



**Michel Santos  
Almeida**

**Gestão de Projetos: Otimização do Processo Produtivo e  
Logístico das Ferramentas de Cravação de Terminais para  
Cabelagem Elétrica**



**Michel Santos  
Almeida**

**Gestão de Projetos: Otimização do Processo Produtivo e  
Logístico das Ferramentas de Cravação de Terminais para  
Cabelagem Elétrica**

Relatório de Projeto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes, Professor Auxiliar convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

*“Sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância.” Sócrates*

## **o júri**

presidente

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Radu Godina  
Investigador da Universidade da Beira Interior- Faculdade de Engenharia

Prof. Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes  
Professor Auxiliar Convidado da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Agradeço à minha família pelo infinito suporte, carinho e todo o amor que me deram durante todo este tempo e acima de tudo, me ensinaram a enfrentar os obstáculos da vida.

... ao meu orientador Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes e João Carlos de Oliveira Matias pelo vosso auxílio e profissionalismo.

... a todos os meus amigos, em especial destaque ao Luís Delgado e Telmo Cruz, companheiros de vida, pelos conselhos fornecidos e pela motivação dada nesta fase importante do meu percurso académico.

... à *Siroco* pela oportunidade de crescer e aprender durante o meu estágio, com agradecimento especiais ao meu tutor e administrador da empresa, José Luís Barroso e à Natércia Arede, responsável do Departamento de Planeamento, pelos suportes fornecidos e conhecimentos transmitidos.

**Palavras-Chave**

*MA; MA 37; Inovação, Inovação e Tecnologia, Gestão de Projetos, Industrial Automóvel, Prototipagem Industrial, ferramentas Lean, Indústria 4.0.*

**Resumo**

Este documento retrata a elaboração de um projeto relacionado com a melhoria do processo produtivo de um produto específico, *MA 37*, numa empresa de Robótica e Automação. A fim de tornar o projeto concretizável, foram usadas ferramentas de Gestão, tais como o ERP da empresa, Primavera e uma ferramenta de trabalho para planeamento e análise de projetos, Microsoft Project. Por fim, qualitativamente, realizou-se a melhoria de processos, através de metodologias *Lean*, tais como *5's* e *SMED*.

Graças a este projeto, será possível no futuro, reduzir os custos totais produtivos do '*MA 37*', em aproximadamente 11%, principalmente através de alterações no produto e à conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Operações Produtivas Internas.

**Keywords**

*MA*; *MA 37*; Innovation, Innovation and Technology, Project Management, Automobile Industry, Industrial Prototyping, Industry 4.0.

**Abstract**

This document portrays the elaboration of a project related to the improvement of the productive process of a specific product, *MA 37*, in a Robotics and Automation company.

To make the project feasible, some management tools were used, such as ERP software, *Primavera* and a Project Management tool, Microsoft Project, and on the other hand, it was applied the continuous improvement of processes, through implementation of Lean Methodologies such like 5's and *SMED*.

As result of this project, it will be possible in the future, to reduce the total productive costs of '*MA 37*' around 11%, especially through product changes and conversion of External Productive Operations to Internal Operations.

## Índice

<b>Capítulo 1- Problemas e Metodologias desenvolvidos na empresa ‘Siroco’</b> .....	12 -
1.1-Introdução .....	12 -
1.2-Introdução à empresa .....	13 -
1.3-Missão, Visão e Estratégia da <i>Siroco</i> .....	13 -
1.4-Introdução ao Problema .....	14 -
1.5-Objetivos/Metas do Projeto .....	16 -
1.6-Metodologia Utilizada.....	17 -
<b>Capítulo 2-Revisão da Literatura</b> .....	22 -
2.1-Gestão de projetos .....	22 -
2.2-PDCA .....	22 -
2.3-Lean Manufacturing .....	23 -
2.5-Ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die) .....	26 -
2.6-Metodologia 5’s.....	26 -
<b>Capítulo 3- Kick-off Projeto: “Otimização do Processo Produtivo/Logístico dos ‘MA’s 37’”</b> ..	30 -
3.1-Fase “Plan” do ciclo PDCA .....	30 -
3.1.1-Análise do processo de negócio.....	30 -
3.1.2-Elaboração/Definição de Planos de Trabalho .....	31 -
3.2-Fase “Do” & “Check” do ciclo PDCA .....	31 -
3.2.1-Análise SWOT .....	32 -
3.2.2-Análise/Melhoria da Operação ‘Eletroerosão a fio’ .....	33 -
3.2.3-Implementação/melhoria dos 5’s na operação ‘Ensaio de MA’s’ .....	42 -
3.2.4-Melhoria do processo produtivo do Produto ‘MA 37’ .....	51 -
3.2.5-Conversão Op’s Subcontratadas para Op’s ‘Siroco’ .....	59 -
<b>Capítulo 4- Gestão do Projeto: Análise/ Fecho do Projeto</b> .....	64 -
4.1-Análise Resultados: Implementação SMED na Op.’Eletroerosão a fio’ .....	64 -
Análise Resultados: Acessórios de maquinação: Op. ‘Eletroerosão a fio’ .....	66 -
4.2-Análise de Resultados: 5’s e melhoria do processo na Op.’ Ensaio de MA’s’ .....	68 -
4.3-Análise de Resultados-: Alternativas de fornecedores de peças standards .....	71 -
4.4-Análise de Resultados: Processo ‘Validação Alterações do ‘MA 37’ .....	75 -
4.5-Análise Resultados Alt. MA 37: Conversão de operações subcontratadas para operações Siroco.....	82 -
4.6-Análise de resultados: Produto ‘MA 37’-> Produto ‘MA 37 Proto’ .....	84 -



Capítulo 5-Fim do Projeto: Fase <i>Check;Act&amp;Plan</i> .....	- 92 -
5.1-Limitações e Futuros projetos.....	- 92 -
5.2-Conclusões .....	- 94 -
Referências Bibliográficas e Anexos .....	- 95 -
Referências bibliográficas .....	- 96 -
Anexo 1: Planeamento previsto de atividades a realizar durante estágio curricular .....	- 98 -
Anexo 2: Análise SWOT do processo produtivo ' <i>Siroco</i> ' .....	- 101 -
Anexo 3: <i>Planning</i> geral do Projeto: Otimização do Processo Produtivo e Logístico das Ferramentas de Cravação de Terminais para Cabelagem Elétrica.....	- 107 -
Anexo 4: <i>Planning</i> "Fase de Investigação" .....	- 108 -
Anexo 4: <i>Planning</i> "Implementação <i>SMED</i> " .....	- 109 -
Anexo 5: <i>Planning</i> "Alternativas de Fornecedores alternativos para componentes standards do MA 37" .....	- 110 -
Anexo 6: <i>Planning</i> "Análise de fornecedores alternativos para componentes standards do MA 37" .....	- 111 -
Anexo 7: <i>Planning</i> "Implementação dos 5's na Op. ' <i>Ensaio de MA's</i> ' .....	- 112 -
Anexo 8: <i>Planning</i> "Conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Produções Produtivas Internas" e Revisão Global do Projeto .....	- 113 -

## Índice de figuras

Figura 1-MiniAplicador tipo 37 .....	- 15 -
Figura 2-Ciclo PDCA adaptado (fonte: Masaaki,2012) .....	- 22 -
Figura 3- Edifício TPS adaptado.....	- 24 -
Figura 5- Metodologia 5's.....	- 28 -
Figura 6- Metodologia SMED adaptada .....	- 33 -
Figura 7-Software CAD usado na Op' Eletroerosão a fio' .....	- 36 -
Figura 8-Instrumento de calibração/verificação .....	- 37 -
Figura 9-Operação de preenchimento do tanque de água da máquina .....	- 38 -
Figura 10- Conjunto de equipamentos de setup disponíveis na Siroco.....	- 41 -
Figura 11-Prensa de Ensaio para MA's .....	- 43 -
Figura 12-Corte Metalográfico de Cravações de Terminais .....	- 43 -
Figura 13-Posto de documentação/Testes de Capabilidade e Esforço.....	- 44 -
Figura 14-Layout Implementado durante 5's na Op. ' <i>Ensaio MA's</i> ' .....	- 47 -
Figura 15-Layout Ideal para Op ' <i>Ensaio MA's</i> ' .....	- 48 -
Figura 16-Componentes MA 37.....	- 52 -
Figura 17-Assembly final do componente Limiter Pin .....	- 54 -
Figura 18-Solução Limit Pin PROTO .....	- 55 -
Figura 19- Shouldered Screw M4 atual.....	- 56 -
Figura 20-Insulation Crimp Stop.....	- 57 -
Figura 21-Special Screw HC .....	- 57 -
Figura 22-Solução Contador (íman incorporado) .....	- 58 -
Figura 23-Centro de CNC de 5 eixos e operador afetado à máquina.....	- 59 -

Figura 24-Componentes T.S.B MA 37 .....	- 60 -
Figura 25-Conjunto T.S.B MA 37 .....	- 60 -
Figura 26-Drag Support MA 37 .....	- 60 -
Figura 27-Feed Mechanism Plate MA 37 .....	- 61 -
Figura 28-Acessórios em área de Preparação de trabalho (instrumento de calibração/verificação) .....	- 66 -
Figura 29-Projeto Siroco 2015- Prensa e Grampos SA.....	- 66 -
Figura 30-Nova organização de juntas com sistema implementado .....	- 68 -
Figura 31-Resultado obtido 5'S: Carrinho de Ferramentas .....	- 70 -
Figura 32-Sistema Limiter Pin Proto .....	- 72 -
Figura 33- Solução 'Shouldered Screw M4' .....	- 73 -
Figura 34- Solução Left Retaining Plate Proto .....	- 73 -
Figura 35- Montagem do componente 'Micro Valve'.....	- 75 -
Figura 36- Produto MA 37 antes de sofrer alterações .....	- 76 -
Figura 37-'Counterblock PROTO' .....	- 78 -
Figura 38-Limiter Pin PROTO; Left Retaining Plate PROTO e novo contador (íman incorporado) .....	
Figura 39-Conjunto Housing+Ram após alterações.....	
Figura 40-MA 37 PROTO .....	
Figura 41-Acessórios alterados semiacabados: Erosão .....	- 93 -

## Índice de Tabelas

Tabela 1- Descrição dos setup's existentes na Op.'Eletroerosão a fio' .....	- 35 -
Tabela 2- Descrição das áreas de trabalho na Op 'Ensaio de MA's' .....	- 50 -
Tabela 3- Medição de tempos dos elementos de setup na Op. 'Eletroerosão a fio' .....	- 64 -
Tabela 4- Resumo de resultados: Otimização acessórios da Op.' Eletroerosão a fio' .....	- 67 -
Tabela 5- Análise alt. 'Limiter Pin PROTO' .....	- 77 -
Tabela 6- Análise alt. 'Insulation Crimp Stop' .....	- 77 -
Tabela 7- Análise alt. Sistema "Contador de Ciclos+ 'Counterblock'" .....	- 78 -
Tabela 8- Resultados da conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Operações Produtivas Internas .....	- 83 -
Tabela 9- Nº de MA's 37 vendidos em 2017/2018 .....	- 85 -

## **Capítulo 1- Problemas e Metodologias desenvolvidos na empresa ‘Siroco’**

Neste capítulo, será apresentado o contexto da atualidade das indústrias de forma introdutória. Neste capítulo irá se analisar o problema da empresa em estudo e a por outro lado, irá ser descrita a metodologia usada neste projeto, que tem como resultado final, apreciações quantitativas referentes a alterações geradas durante o projeto e qualitativas relacionadas com a melhoria contínua de processos produtivos. No capítulo seguinte, serão abordados os temas estudados para a realização deste projeto.

No capítulo 3 será descrito a fase inicial do projeto: o planejamento e a descrição das atividades incluídas no mesmo.

No capítulo 4, irão estar presentes os resultados obtidos em cada uma das atividades referentes ao capítulo anterior.

Por fim, no capítulo 5 e 6, estarão presentes uma reflexão sobre o fim do projeto e seus resultados globais; referências bibliográficas usadas neste documento e documentos de suporte na realização do projeto.

## Capítulo 1- Problemas e Metodologias desenvolvidos na empresa ‘Siroco’

### 1.1-Introdução

Nos dias que decorrem, cada vez é mais importante numa empresa, melhorar os processos ou alterá-los. Isto devido ao facto que os mercados onde as empresas se situam, são cada vez mais competitivos, em que os clientes têm uma vasta rede de opções, em que os preferenciais são sempre aqueles que possuem os produtos/serviços com melhor qualidade a baixo custo. Para as empresas sobreviverem neste contexto, é necessário que produzam da forma mais eficiente possível, e uma das formas possíveis para tal, é através do aumento da performance e redução dos desperdícios (Hammer & Stanton, 1999). Uma das formas mais usadas para realizar essas melhorias nas empresas, é através do uso das ferramentas *Lean*.

Segundo *Shah et al. (2002)*, o principal objetivo duma produção *Lean*, é criar um processo simples e com elevada qualidade, que siga o ritmo das necessidades dos clientes com o mínimo de desperdício possível. Com isto, pretende-se focar apenas nas atividades que acrescentam valor ao produto, e eliminar atividades que não adicionem valor ao produto. Por isso, de forma a seguir as necessidades dos clientes e a trabalhar ao ritmo dos pedidos efetuados, evita-se a criação de stocks desnecessários e sobrecargas nos *buffers* entre os processos (*WIP-work in progress*).

Uma outra ferramenta usada de forma a aumentar a eficiência dum processo, é a *TOC*, ou seja, teoria das restrições em que é efetuada a identificação dos recursos gargalos do processo. Segundo *Goldratt et al. (1986)* a taxa de output de um sistema é limitada pela menor taxa de produção de uma máquina, ou seja, o recurso com menor taxa de produção, irá limitar a capacidade de produção do sistema. Através da identificação desse recurso gargalo e através de melhorias nele, é possível melhorar a eficiência do processo de forma geral.

Tanto as ferramentas *Lean* como a ferramenta *TOC* são ferramentas bastante utilizadas no contexto industrial, devido ao facto que as empresas têm de se tornar bastante flexíveis e cada vez mais eficientes devido às evoluções dos mercados.

Este projeto surgiu da necessidade de aumento de output e ao mesmo tempo redução do fluxo de materiais na produção de MiniAplicadores na empresa *Siroco*. Por outro lado, de forma a manter o negócio dos *MA's* sustentáveis, pretendeu-se aumentar a margem de lucro associada a este produto, que ao longo do tempo, tornou-se cada vez mais escassa. De forma a re-

projeto ficou estabelecido realizar melhorias no processo produtivo/logístico, de forma a originar um aumento da eficiência no mesmo. Outra vertente igualmente explorada que não afetou a quantidade de output produzida, mas a redução de preço por unidade, esteve ligada a uma exploração de alternativas no que se trata de peças ou componentes comprados ou subcontratados. Isto devido ao facto que os grandes clientes da empresa requerem cada vez mais preços mais reduzidos, e de forma a ser sustentável, estudou-se diversas opções mais económicas e eficazes.

## **1.2-Introdução à empresa**

A *Siroco* é uma empresa que se dedica a produção de *MiniAplicadores (MA's)* e projetos específicos requisitados pelos clientes, como por exemplo a construção de várias estações de uma linha de montagem para um específico produto. A *Siroco* tem-se expandido cada vez mais nos mercados internacionais, a fim de conseguir aumentar o volume de vendas e por outro lado não depender dos principais clientes atuais. No entanto apesar desta expansão, a *Siroco* tinha como desafio a capacidade de resposta às encomendas realizadas pelos diversos clientes, com Custos e Lead Times controlados nos diversos produtos. No âmbito de responder a esse desafio, surgiu este projeto, em que o foco do trabalho a realizar foi destinado apenas à produção de um dos principais produtos, conhecido como ferramentas de cravação de terminais elétricos, denominadas por *MiniAplicadores (MA's)*. Estes são maioritariamente usados por clientes do ramo automóvel, nas ligações elétricas/eletrónicas dos automóveis. No caso deste produto, a *Siroco* trabalha maioritariamente com clientes situados no estrangeiro, mas contém alguns clientes nacionais igualmente importantes. No entanto, a maior parte do fluxo de produção é direcionado para exportação. É de salientar que os *MA's* são desenvolvidos e executados consoante os terminais usados pelos clientes, o que leva a não ser possível estandardizar muitos dos componentes usados/montados nos *MA's*. visto os próprios produtos dos clientes sofrerem constantes mudanças, de forma cada vez mais rápida, acompanhando assim a evolução exponencial dos mercados.

## **1.3-Missão, Visão e Estratégia da Siroco**

**Missão** - Fornecer soluções inovadoras, produtos e serviços de acordo com as necessidades específicas de cada cliente. O *Know-how* e a colaboração com parceiros tecnológicos, contribuem para o rigor e elevada fiabilidade, pelos quais os produtos são reconhecidos em todo o mundo.

**Visão** - Ser reconhecida como uma empresa de referência no setor da criação e desenvolvimento de soluções de automação industrial, pela Inovação e Qualidade de serviços garantindo a criação de valor para todos.

**Estratégia empresarial** - Visa a satisfação plena das necessidades dos clientes e colaboradores.

A abordagem estratégica assente em:

- Motivar, formar, desenvolver as equipas;
- Fortalecer a posição e presença em novos mercados;
- Focar e melhorar continuamente as competências nas áreas chave da atividade da empresa em prol da satisfação dos clientes;
- Dinamização e profissionalização da organização através da otimização das sinergias entre as diferentes áreas de negócio para acrescentar cada vez mais valor ao produto final.

#### **1.4-Introdução ao Problema**

O produto MA tem várias gamas disponíveis para venda, no entanto foi apenas estudada a gama MA 37, devido ao volume de vendas desta gama corresponder a aproximadamente 90% do volume total deste produto. Dentro desta gama, este produto ainda sofre algumas alterações, consoante o tipo de produto fornecido ou desejado produzir pelo cliente.

Na empresa 'Siroco', nos últimos dois anos, com o aumento das encomendas de *MA's 37* (ver *figura 1*), tem sido necessário realizar sobrecarga horária por parte dos operadores, de forma a tentar responder todas encomendas de *MA's 37*. No entanto, a empresa não dispunha na altura, a capacidade necessária para suportar as necessidades dos clientes, apesar de todos os esforços. Outro fator importante para a necessidade urgente da otimização do output realizado pela *Siroco*, prendeu-se ao facto da *Siroco* não podia estabelecer com vigor, parcerias com novos clientes, devido ao conhecimento destes de que a *Siroco* não dispunha da capacidade necessária para satisfazer a necessidade de todos os clientes. Uma das formas de resolver este problema

requerida pela Administração da empresa, foi através do melhoramento do output produzido, e em simultâneo, através da redução de fluxo de materiais.



**Figura 1-MiniAplicador tipo 37**

Existem diversos MA's com componentes diferentes, e referências diferentes, consoante as necessidades do cliente (tipo de terminal que tem de ser cravado por exemplo). Devido aos componentes de forma geral não serem estandardizados, tornaram a tarefa mais complexa no que toca às análises dos processos e ferramentas que permitiam aplicar melhorias no processo. De forma a simplificar e a atuar nos processos com mais impacto, somente foram estudados com mais detalhe, os principais componentes dos MA's 37 em que estes por sua vez, são produzidos de forma *standard*, especialmente para o modelo MA 37. Sendo assim, dentro de um MA, existem três grupos principais que são montados: *Assembly Block*, *Ram Assembly* e *Feed Mechanism*. Dentro de cada um destes grupos, há alguns componentes que são usados para a maior parte dos MA's produzidos e montados.

Na *Siroco*, são produzidos a maior parte dos componentes, e em casos mais críticos, algumas operações de maquinaria são subcontratadas. Todo o tipo de tratamento que seja necessário dar a produto em vias de fabrico, é realizado normalmente por parceiros da *Siroco*, visto serem especialista nesse ramo. Por outro lado, dependendo do tipo de componente que seja e da sua referência, este será sujeito a diferentes operações. É de realçar o fato, que a mesma peça, mas com referências diferentes, pode estar sujeita a operações diferentes, ou a uma sequência de operações diferentes, devido aos diferentes aspetos e propriedades requeridas nas peças.

### **1.5-Objetivos/Metas do Projeto**

Neste projeto atuou-se em duas áreas distintas, uma em relação ao Lead Times das ferramentas de cravação e outra em relação à redução de custos produtivos dos mesmos, no sentido de vir a ser possível otimizar os *cashflows* do processo de negócio do ano 2018. Isto irá permitir investir no futuro, em equipamentos e materiais mais eficientes, de forma a existir uma evolução sustentável do negócio. Neste contexto, o projeto esteve situado na vertente da melhoria contínua, sendo em alguns casos, válido para os restantes produtos/serviços associados ao processo de negócio da empresa. Assim sendo, o principal objetivo deste será o aumento da eficiência do processo produtivo.

No âmbito da redução do *Lead Time* total das ferramentas de cravação, desde a receção da encomenda por parte da área Comercial até à expedição da mesma pela área responsável de Logística, definiu se como meta do ano 2018, reduzir em 50% os *Lead Time* anteriormente referido, em comparação com o ano anterior.

Em relação ao objetivo complementar do projeto, ficou decidido como meta, reduzir 15 % nos custos associados à produção dos MA's 37.



## 1.6-Metodologia Utilizada

Para que fosse possível conhecer a empresa e os seus processos, foi realizado primeiro um acompanhamento do processo de preparação e planeamento da produção, mas com especial atenção no departamento de planeamento. Nesta área, tal como em outras áreas, é utilizado um *ERP* adaptado ao processo de negócio da empresa. Através do acompanhamento e integração no funcionamento do *ERP* na área de planeamento, tornou-se mais simples compreender o tipo de peças produzidas, análise dos seus desenhos e das respetivas operações necessárias para a sua produção. Por outro lado, num contexto temporal mais prolongado, foi usado para compreender melhor o processo de negócio como um todo através dos seguintes pontos: experiência no chão de fábrica, com o responsável de produção; a partir do conhecimento adquirido e partilhado com a área de Engenharia (desenvolvimento) e por fim, de igual importância, com a análise de fornecedores e serviços subcontratados pela área das Compras. Por outro lado, relativamente à área Comercial, responsável pela Gestão das encomendas (sistema *Pull*), o conhecimento foi adquirido através da Administração, responsável pela minha orientação na empresa.

De forma a cumprir os objetivos do projeto, ficou estabelecido inicialmente como primeira atividade, elaborar um plano de investigação/ação. Este plano apoiou-se numa das ferramentas de gestão de projetos, facilitando a realização do plano de investigação/ação, relacionado com as melhorias a serem implementadas. Foi posto em prática umas das ferramentas de gestão, nomeadamente o ciclo *PDCA*, simplificando a escolha de atividades a realizar na duração do projeto. Ou seja, foram planeadas as implementações, implementadas e verificadas, e após uma análise, verificar a necessidade de tomar alguma ação ou alterações.

Nesse contexto, decidiu-se iniciar a investigação em duas zonas distintas: uma através do *ERP de forma quantitativa*, com a monitorização de resultados obtidos a nível temporal e de custos dos vários processos envolvidos na produção das ferramentas de cravação. Por outro lado, de forma qualitativa/quantitativa, com o intuito de conseguir analisar e implementar melhorias, optou-se por rever a conceção do produto (desenvolvimento/compras). De forma a conduzir a um estudo eficiente, foi tomado como ponto de partida, uma análise do processo produtivo do produto em causa, o *MA 37*.

Na perspetiva de analisar e compreender melhor o produto em causa, optou-se por se iniciar o projeto através da análise do processo produtivo. Como arranque dessa análise, foi então iniciado um acompanhamento das principais operações do setor da produção, de forma a concretizar uma análise *SWOT*. Após a realização da análise *SWOT* para cada uma das operações,

realizou-se uma lista de possíveis melhorias a realizar/implementar em cada uma delas, que, por sua vez, foi apresentada ao orientador interno da empresa. Como seguimento destas sugestões de melhorias ao orientador, foi executada uma análise das possíveis e válidas implementações, no contexto da *Siroco*. Após a análise, efetuada em conjunto pela minha entidade e da administração, das possíveis melhorias a efetuar, com base na importância do processo produtivo e da redução de custos e recursos associados, ficou decidido abordar as seguintes melhorias nas seguintes operações:

- ‘Eletroerosão a fio’;
- ‘Ensaio de *MA's*’.
- Conversão de operações produtivas subcontratadas em operações produtivas internas (fresagem e serralharia).

Relativamente à operação ‘Eletroerosão a fio’, decidiu-se aplicar uma ferramenta de melhoria contínua, denominada *SMED (Single Minute Exchange of Die)*. Ou seja, numa fase inicial de investigação, analisar o processo específico de maquinação/setups existentes e como fase de ação, as melhorias necessárias a realizar no posto de trabalho e no processo.

No caso da operação de ‘Ensaio de *MA's*’, selecionou-se outra ferramenta a implementar, uma ferramenta Lean, conhecida como *5's*.

Na parte do plano respetiva a análise da conceção do produto preferiu-se atuar em duas áreas distintas, relacionadas com os seguintes departamentos:

- Departamento de Compras;
- Gabinete de Desenvolvimento de Ferramentas de Cravação.

É importante referir que todas as áreas na empresa estão intrinsecamente relacionadas e com diversas trocas de informação tanto a nível de *mail's* internos, tanto como a partir do *ERP*. No entanto devido a diversificação das investigações/ ações a tomar, foram trabalhadas de forma separada no contexto do projeto, no intuito de simplificar os resultados obtidos.

Sendo assim, na parte das compras ficou decidido analisar as peças de compras e peças com operações subcontratadas, incluídas nos *MA's 37* e analisar a possibilidade de criar alternativas aos atuais fornecedores, associada aos objetivos: reduzir Lead Times; custos de produção, entre outros.

No segmento do plano correspondente ao Gabinete de Desenvolvimento, decidiu-se adicionalmente, envolver os operadores responsáveis pela montagem dos *MA's*, devido ao nível do conhecimento/experiência das funcionalidades dos *MA's*; do seu devido funcionamento e respetivas falhas atuais. Neste ponto, ficou então definido no plano realizar uma análise de peças não funcionais e criar possíveis alternativas válidas, no contexto da redução de custos;

Com o intuito de simplificar a análise da metodologia e o cronograma da mesma, foi utilizada como ferramenta, o Microsoft Project, possibilitando a definição rigorosa dos diversos *Plannings* realizados durante o projeto. Estes estarão disponíveis no fim do documento (Anexos).

A lista de tarefas principais associadas ao estágio, delineada inicialmente, é a seguinte:

1. Introdução à empresa;
2. Análise dos processos produtivos;
3. Elaboração e definição de um plano de Investigação/Ação;
4. Plano de Investigação/ Ação:
  - a. Análise/Otimização da Operação 'Eletroerosão a fio';
  - b. Análise e melhoria da conceção do produto (*MA 37*);
  - c. Conversão de Operações produtivas Subcontratadas para Operações produtivas '*Siroco*'.

Após a escolha e definição do plano de Investigação/Ação a implementar, realizou-se um cronograma com as atividades a decorrer nos setores escolhidos, com as durações das mesmas definidas, deixando algum tempo disponível no final do estágio para as fases finais do ciclo *PDCA* (*Check and Act*) e caso fosse possível, planear novas atividades para este projeto, ou mesmo até criar um novo projeto, de forma a dar continuidade ao projeto inicial (*Act&Plan&Do*, reinício do ciclo).

De seguida, de forma a ser possível compreender e resolver as adversidades dos projetos referidos, de seguida irão ser abordadas as ferramentas usadas para solucionar o problema e atingir os objetivos acordados inicialmente entre mim e a empresa *Siroco*.



## **Capítulo 2: Revisão da Literatura**

Neste capítulo, serão abordados os diversos temas estudados, destinados a uma melhor compreensão do problema e da geração eficiente de uma solução para o mesmo. Nos capítulos que se seguirão, estarão presentes a adaptação dos temas à realidade da empresa e os resultados obtidos com as metodologias aplicadas.

## Capítulo 2-Revisão da Literatura

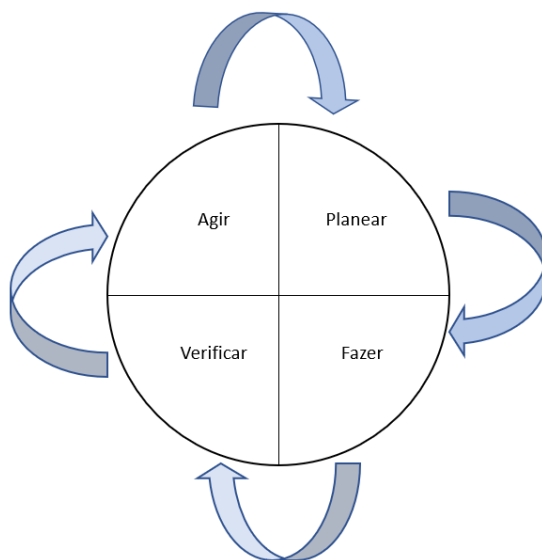
Antes de iniciar o projeto em si, foi necessário adquirir conhecimentos mais aprofundados sobre o que é um projeto em si e como o desenvolver, nos tempos que decorrem. Para tal, estudaram-se temas relacionados com a estruturação de um projeto, e de como elaborar atividades de forma eficiente e produtiva.

### 2.1-Gestão de projetos

Nas últimas décadas, a Gestão de Projetos teve um rápido crescimento nas organizações para que estas conseguissem atingir os seus objetivos. (Meredith, 2009). Segundo o PMI (*Project Management Institute, 2004*), um projeto define-se como um esforço realizado de forma temporária com o intuito de criar um produto ou serviço único. O rápido aparecimento da Gestão de Projetos em diversas áreas, deve-se principalmente às mudanças que ocorreram na sociedade. As principais mudanças têm a ver com o surgimento de mercados bastante competitivos no que toca à produtividade e o consumo de bens e serviços; o conhecimento humano tem evoluído de forma exponencial e a procura de bens e serviços cada vez mais sofisticados, complexos e customizados. Para que isso aconteça, será necessário acompanhar o crescimento exponencial da procura através da criação de novas ferramentas de Gestão.

### 2.2-PDCA

O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), conforme a figura 2, é um tipo de ferramenta usado de forma inicial na melhoria contínua (*Kaizen*) (Masaaki Imai, 2012).



**Figura 2-Ciclo PDCA adaptado**

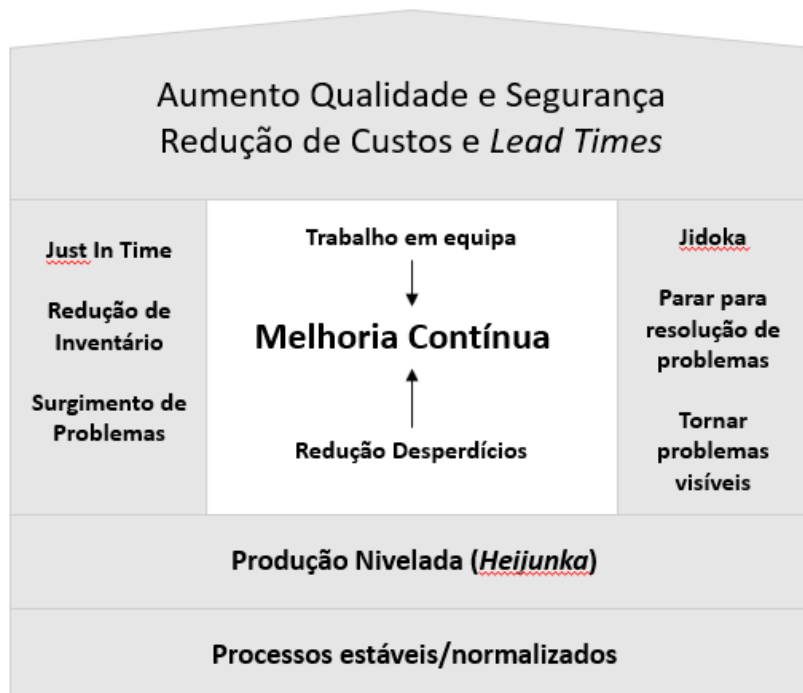
Segundo a imagem acima referida, este ciclo é composto por quatro etapas, que é repetido de forma indefinida, sempre no objetivo de realizar a melhoria contínua. Para que seja possível utilizar esta ferramenta, é necessário salientar que os processos que vão ser alvo, devem estar estáveis, para que o uso desta ferramenta seja possível e eficiente.

Numa primeira etapa, é delimitado um *Planning (Plan)*, onde é estabelecido um alvo de melhoria e um plano de ações de forma atingir o objetivo. A fase seguinte é a implementação do Plano (*Do*), onde vão ser postas em prática as ações planeadas anteriormente, de forma sequencial. A penúltima fase consiste na monitorização e controlo das ações tomadas e das esperadas melhorias. Por fim, a última fase é atuar (*Act*), onde vai se realizar e normalizar os procedimentos para que seja possível corrigir o problema original, ou mesmo até para poder definir um novo conjunto de melhorias.

### **2.3-Lean Manufacturing**

O conceito de *Lean Manufacturing* surgiu no Japão após a segunda guerra mundial (1939-45). Após esta guerra, o Japão passava momentos complicados, em que tanto o país como a economia ficaram literalmente destruída. No entanto, no resto do mundo, a situação industrial também não era favorável. Na América, *Henry Ford* tinha uma produção em massa e estandardizada de automóveis, mas este tipo de produção não era considerado uma hipótese viável pela maior parte das indústrias, devido a esta ser complexo e com uma reduzida diversidade de produtos. A *Toyota* numa tentativa de combater a crise no seu país, decidiu enviar um engenheiro à América para visitar as instalações de *Henry Ford*, de forma a analisar o que poderia tentar copiar ou melhorar. Após visitarem as instalações, perceberam que o tipo de produção usada na América nunca poderia ser usado na *Toyota*. Daí surgiu o *TPS (Toyota Production System)* (*Ohno,1998*), que foi criado por *Taiichi Ohno*. Este sistema foi criado com o intuito de eliminar o desperdício e focar a atenção nas atividades que adicionam valor ao produto, eliminando as atividades que não o façam. Para implementar o *TPS*, existem vários princípios que têm de ser adotados: (*Liker, Jeffrey (2003), The Toyota Way*)

Segundo o edifício *TPS* (ver figura 3), retira se os seguintes princípios aplicados:



**Figura 3- Edifício TPS adaptado**

- **Processos standardizados e estáveis**, de forma a reduzir a variabilidade dos processos que afetava o desempenho dos mesmos;
- **Produção nivelada (*Heijunka*)**, isto é um fluxo contínuo de trabalho, materiais e informação, através da nivelação da carga;
- **Just in time (*JIT*)**, material certo em quantidade certas, no sítio certo;
- **Jidoka**- qualidade na fonte, tornar os problemas visíveis e resolvê-los;
- **Melhoria contínua** através do trabalho em equipa e a procura constante de redução de desperdícios.

Mais tarde o *TPS* passou a ser conhecido de forma mundial como *Lean Manufacturing*, (*Womack&Jones,1990*). O *Lean Manufacturing* distingue se do *TPS* através da adição de mais dois princípios fundamentais (*Pinto,2014*):

- **Gestão da cadeia de abastecimento**- Envolvimento de todas as entidades/organizações que estão presentes no fabrico ou na prestação de serviços, que leva à criação de valor e transportado até ao cliente final.
- **Serviço ao cliente**- Focar atenção no cliente em toda a cadeia, pois é para estes que se tenciona criar valor.



## **Tipos de Desperdícios**

De forma a uma organização ter uma produção *Lean*, é necessária então investigar e corrigir fontes de possíveis desperdícios. Segundo *Taiichi Ohno (Ohno,1976)*, existem diferentes tipos de desperdício:

- **Excesso de produção** - Um dos piores tipos de desperdícios que podem existir nas organizações. Isto resulta do facto de não existir coordenação entre a produção e a real necessidade dos clientes. Isto leva a uma quantidade excessiva de produtos em stock, em que se despende demasiados recursos tanto na produção como no armazenamento dos produtos;
- **Esperas** – Trata-se dos períodos de tempo inativos por parte de recursos (humanos, equipamentos, materiais, etc.). Este tipo de esperas é comum em processos posteriores, em que se aguarda que o processo anterior acabe;
- **Transportes** - Tudo que seja movimentação de materiais de um local para o outro, ou de uma operação para a seguinte é considerado transporte. O transporte deve ser reduzido devido a dois fatores principais: tudo que é transportes ou movimentações, acaba por ser uma atividade sem valor acrescentado que consome tempo ao processo de fabrico e a outra razão está associada à possibilidade de danificação dos materiais no transporte.
- **Desperdícios do próprio processo** - Refere se às operações e processos adicionais que são desnecessários, em que estes surgem devido a defeitos; excessos de produção; mau planeamento; inventário entre outros (como o caso do retrabalho, manuseamento de materiais e armazenamento dos mesmos).
- **Stocks** - Tudo que esteja em excesso no inventário, incluindo matérias-primas, *WIP (Work in Progress)* e *PA's (Produtos Acabados)*. Isto não inclui o que é relacionado de forma direta para encomendas dos clientes, no caso dos *PA's*.
- **Trabalho desnecessário** - Tal como os transportes, tudo que sejam movimentos presentes nas operações que sejam desnecessários devem ser evitados. Estes consomem tempo e fazem parte de atividades que não acrescentam valor.
- **Defeitos** - Tudo que sejam produtos ou aspetos de um serviço que não estão conforme as especificações do processo ou da parte dos clientes, o que origina uma insatisfação dos clientes. Associados aos defeitos, estão as queixas dos clientes, reparações/retrabalho e os custos de inspeção (controle de qualidade por exemplo).

## 2.5-Ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die)

Com o surgimento do *Lean Manufacturing*, a produção sofreu uma alteração tremenda, com a redução da dimensão dos lotes de produção e o aumento da variabilidade de produtos produzidos. De forma a resolver o problema associado aos tempos de *setup's*, foi necessário criar uma ferramenta para tal. Sendo assim, em 1985, *Shingo* criou a ferramenta *SMED (Single Minute Exchange of Die)* (Kumar & Abuthakeer, 2012). O principal objetivo no uso da ferramenta *SMED*, é a redução do tempo de mudança de produto/serviço para o mínimo possível.

De forma resumida, o principal objetivo da aplicação desta ferramenta é a redução dos tempos de *mudança de ferramenta*, que irá resultar em diminuição dos custos de fabrico; redução do tamanho dos lotes e por fim aumentar a flexibilidade de um processo, que poderá resultar como vantagem competitiva da organização. Esta ferramenta será mais detalhada posteriormente numa das atividades relacionadas com este projeto.

## 2.6-Metodologia 5's

Uma das ferramentas *Lean* mais usadas hoje em dia nas organizações é os *5's*. Segundo *Liker (2004)*, os *5's* é uma metodologia com o objetivo de criar e manter um posto de trabalho bem organizado, limpo, com alta eficácia e alta qualidade. Os *5's* resulta de 5 palavras de origem japonesa, em que estas representam o conceito de boa manutenção:

1. **Seiri (Organização)** – Separar as ferramentas/itens necessários dos não necessários do posto de trabalho. Os que não são necessários, são removidos do posto de trabalho, e os que são necessários, são organizados de forma serem usados de forma ergonómica.
2. **Seiton (Arrumação)** – Consiste em ordenar, identificar e definir o local de cada ferramenta/material, para que estes sejam encontrados rapidamente pelo utilizador, e que sejam eliminados movimentos desnecessários.
3. **Seiso (Limpeza)** – Realizar a limpeza do posto de trabalho e áreas envolventes, deixando o posto de trabalho com uma apresentação irrepreensível. A limpeza do posto de trabalho leva a que seja mais fácil localizar e identificar problemas que possam surgir.

4. **Seiketsu (Normalização)** – Definição de uma norma de limpeza e organização do posto de trabalho. O objetivo deste ponto é definir um padrão para que os primeiros três pontos sejam cumpridos de forma contínua.
5. **Shitsuke (Disciplina)** – Destina-se à manutenção e revisão dos padrões criados no ponto anterior, de forma que não se volte aos hábitos antigos de limpeza e organização no posto de trabalho. Para que isso não aconteça, é necessário disciplina e vontade por parte dos colaboradores, atribuindo mérito quando se atinge um bom nível de organização.

Aplicando esta metodologia num contexto industrial, pode-se identificar os seguintes benefícios/melhorias:

- Melhorias das condições do posto de trabalho;
- Libertação e organização de espaço;
- Redução dos tempos de ciclo;
- Redução do lead time;
- Melhoria da performance dos colaboradores;
- Levantamento de problemas facilitado.

A ferramenta dos 5's tende por norma ser a primeira ferramenta *Lean* implementada numa organização, devido ao facto que esta facilita a compreender a ordem dos processos, fontes de desperdícios e oportunidades de melhorias (Bell e Orzen, 2011). Apesar da implementação desta ferramenta ser relativamente fácil, o verdadeiro desafio reside em manter esta ferramenta aplicada ao longo do tempo. Para que esta permaneça em execução, é fundamental o envolvimento de todas as partes, em que a gestão de topo não só deve criar ações para os outros, como também tomar a iniciativa (Monden, 1983), de forma que os seus subordinados compreendam a importância desta filosofia e sigam o seu exemplo.



**Figura 4- Metodologia 5's**

### **Cap.3- *Kick-off* Projeto: “Otimização do Processo Produtivo/Logístico dos ‘MA’s 37”**

Neste capítulo serão descritos os *planos* gerais (*Plan*) de cada uma das atividades do projeto que será apresentado e como serão realizadas as mesmas atividades (*Do*). Os planos gráficos relacionados com o projeto estarão presentes no fim do documento, no capítulo final: Anexos e Referências Bibliográficas.

## **Capítulo 3- *Kick-off* Projeto: “Otimização do Processo Produtivo/Logístico dos ‘MA’s 37”**

### **3.1-Fase “*Plan*” do ciclo *PDCA***

A empresa Siroco é uma empresa especializada na área da Robótica e Automação, conhecida internacionalmente pela fiabilidade dos seus produtos. Esta foi criada no final dos anos 80, tendo como um dos primeiros produtos, as ferramentas de cravação de terminais elétricos. Estas ferramentas são alvo de compra maioritariamente pela Indústria Automóvel. Nos dias de hoje, a empresa continua a produzir as ferramentas de cravação, no entanto, têm apostado igualmente no desenvolvimento e produção de equipamentos industriais, através de um forte *Know-How* na área da robótica e automação. Antes de se iniciar o projeto, a empresa encontrava-se perante uma grande encomenda de MA’s a produzir, o produto que será alvo de estudo, sendo a altura ideal para iniciar o projeto e compreender os pontos fortes e respetivas falhas no processo de negócio das ferramentas de cravação.

#### **3.1.1-Análise do processo de negócio**

A Siroco, como uma empresa inserida no contexto de Inovação e Tecnologia, que se torna cada vez mais comum no contexto industrial, tem como principais produtos: ferramentas de cravação, que será o produto estudado neste relatório; equipamentos industriais e ferramentas para outras indústrias. Ou seja, duma forma global, a *Siroco* trabalha no mercado *B2B (Business to Business)*, num mercado internacional/mundial, procurando cada vez mais oportunidade exteriores a Portugal, na ótica do crescimento e sustentabilidade do negócio.

Os principais departamentos existentes na *Siroco* são os seguintes:

- Área Comercial;
- Desenvolvimento;
- Produção;
- Compras;
- Preparação e Planeamento;
- Logística;
- Financeira.

Todas estas áreas serão estudadas neste relatório, mas, no entanto, será dada mais atenção a área de *Produção*, devido à facilidade de realizar novas melhorias associadas aos custos e *Lead Times*.

### **3.1.2-Elaboração/Definição de Planos de Trabalho**

Após dois meses de estágio, de forma a ser possível compreender melhor o processo de negócio da Siroco, ficou definido entre mim como aluno e pelo meu orientador interno da empresa, neste caso, a administração, o seguinte plano, com estimativas de prazos para cada uma das seguintes atividades. O plano será detalhado e definido com mais detalhe, ao longo do projeto, de forma individual para cada uma das atividades gerais. Sendo assim serão executadas as seguintes atividades, com *milestones* definidas, por norma, com durações em semanas (figuras representativas disponíveis em anexo).

- Análise SWOT: análise do processo de negócio;
- Análise/Otimização da Operação '*Eletroerosão a fio*';
- Implementação/melhoria dos 5's na operação produtiva final: '*Ensaio de MA's*';
- Análise/Otimização do Produto e respetivo processo produtivo (*MA 37*);
- Conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Operações Produtivas Internas.

### **3.2-Fase "Do" & "Check" do ciclo PDCA**

Antes de iniciar o projeto, inicialmente integrei o Departamento de Planeamento, com o fim de aprender o funcionamento do modelo de negócio da *Siroco* e por outro lado, segundo a opinião da equipa do Planeamento e do próprio Administrador, das falhas presentes no mesmo. Através desta fase inicial, foi possível adquirir rápido conhecimento do ponto de situação da empresa, quer seja pelos colegas, quer pela confrontação da informação gerada pelo ERP usado, e a realidade visível no chão de fábrica, que se aproximava bastante do que se obtinha no sistema. A partir dessas informações recolhidas, tornou-se mais simples e credível, o planeamento do projeto a desenvolver, e como o iniciar. Para tal, de forma a eu próprio testemunhar as falhas e forças do modelo de negócio, optei por realizar uma análise SWOT, com a colaboração de todos os responsáveis e equipas dos processos estudados.

### 3.2.1-Análise SWOT

Numa ótica de gerir dados e convertê-los em informação, irei usar como ferramenta de análise, a ferramenta *SWOT*. Isto devido ao uso desta ferramenta ser possível a qualquer pessoa, com ou sem conhecimento das áreas exploradas e analisadas; por outro lado é uma ferramenta poderosa para analisar e converter informação, de forma a ser discutida com outras pessoas envolvidas, no meu caso, a Administração da empresa. O objetivo desta análise estará relacionado com a identificação de possíveis melhorias de cada uma das operações produtivas estudadas. Para isso, será feito um acompanhamento de cada uma das operações produtivas, durante pelo menos 8h de trabalho com o operador associado à operação, numa ótica de questionar e interpretar os problemas em conjunto. O resultado destas parcerias, irá ser convertido por mim, como possíveis melhorias a implementar, que posteriormente irão ser apresentadas à Administração. Posto isto, irão ser analisadas as seguintes operações produtivas:

- ‘Corte/Armazém do aço’;
- ‘Centros CNC/Fresagem’;
- ‘Eletroerosão a fio’;
- ‘Serralharia’;
- ‘Polimento’;
- ‘Granalhagem’;
- ‘Retificação’;
- ‘Gravação’;
- ‘Montagem de *MA's*/ensaios *MA's*’;
- ‘Entrada de Materiais/Expedição’.

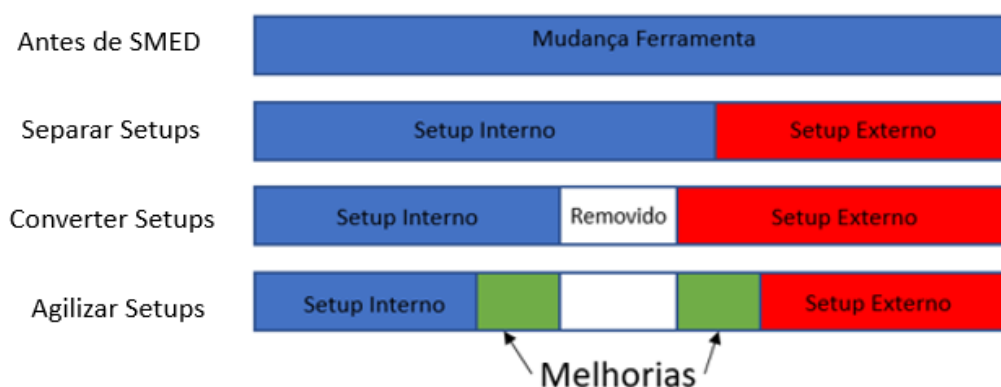
No decorrer desta análise serão registados os diversos problemas descritos pelas pessoas responsáveis de cada uma das operações e por outro lado, formas de resolver esses problemas, que resultarão em possíveis melhorias, sugeridas por mim, e pelos colaboradores da *Siroco*



### 3.2.2-Análise/Melhoria da Operação ‘Eletroerosão a fio’

#### *Implementação da ferramenta SMED na operação ‘Eletroerosão de fio’*

De forma a iniciar a implementação da ferramenta SMED (ver figura 5), foi necessário compreender como esta é utilizada, possibilitando de seguida um correto uso da mesma, primeiro irá ser definido a área alvo da Ferramenta SMED e de seguida a sua aplicação na respetiva área.



**Figura 5- Metodologia SMED adaptada**

#### **Escolha da área alvo**

A área alvo irá ser a operação ‘Eletroerosão a fio’. Após algum tempo a analisar os processos, verificou-se que nesta operação existia um número significativo de *setup's* ao longo de um dia de trabalho, alguns com uma duração relativamente alta e com elevada variância e com potenciais possíveis melhorias. Esta operação é uma das operações fulcrais para o limite de capacidade de produção, pois é um processo demorado, visto ser de alta precisão e alta complexidade em aproximadamente 50% das peças produzidas.

Nesta operação, existem 5 máquinas afetadas, em que normalmente se produzem peças únicas, ou em conjuntos pequenos de peças. De forma a produzir um novo tipo de peças, é necessário realizar alguns passos, denominados por *setup*, de forma a ajustar a máquina para efetuar a erosão desse tipo de peças. De forma a reduzir o tempo de paragem das máquinas, foi então

proposto por mim, a implementação da ferramenta *SMED*, no âmbito de reduzir o tempo desperdiçado na operação, equivalente ao tempo em que as máquinas se encontram inativas, por vezes sem necessidade de tal.

Na ferramenta *SMED*, o principal objetivo são identificar os tipos de *setup's* que existem, se são internos ou externos e tentar converter os internos em externos. Isto tudo irá providenciar um tempo produtivo superior, ou seja, as máquinas estarão menos tempo paradas para se realizar o *setup* das novas peças.

### **Aplicação da ferramenta *SMED***

A ferramenta *SMED* pode se dividir em 5 passos:

1. Escolher a área alvo para a implementação da ferramenta *SMED*, conforme se pode verificar anteriormente;
2. O segundo passo consiste em identificar todos os elementos constituintes dos *setup's*. Neste passo é importante verificar o tipo de trabalhos que são realizados e as suas durações (*Cost in Time*);
3. O terceiro passo tem como objetivo separar os *setup's* internos dos *setup's* externos. Uma forma fácil de identificar os *setup's* externos é através de uma simples questão: seria possível realizar esta operação enquanto o equipamento estivesse em funcionamento? Após essa questão, dividir os *setup's* em: **setup externo** (antes do *setup*), **setup interno** (durante o *setup*) e **setup externo** (depois do *setup*);
4. O próximo passo consiste na conversão do máximo de *setup's* internos em *setup's* externos. É necessário e de extrema utilidade fazer a comparação entre os custos associados aos materiais e trabalhos necessários realizar para essa conversão e o benefício traduzido em tempo após a mesma conversão de *setup's*.
5. Por fim o último passo destina-se a agilizar os restantes *setup's*. Ou seja, tentar reduzir o tempo total de *setup*, através da redução da duração dos elementos de *setup's* internos.

### **Identificação/separação dos elementos do *setup***

Na tabela seguinte, estão os elementos de *setup* de carácter obrigatório na operação 'Eletroerosão a fio'. Todos estes passos têm um impacto crucial no resultado final obtido. A enumeração dos *setup's* é feita de acordo com o momento em que o operador tem de trocar a peça em fabrico, até à nova peça estar sujeito ao início da operação de erosão.

**Tabela 1- Descrição dos setup's existentes na Op.'Eletroerosão a fio'**

<b>Atividade de Setup</b>	<b>Tipo de Setup (Interno;Externo)</b>
1.Retirar prensa com a peça anexada do interior da máquina;	Interno
2.Soprar prensa e peça;	Interno
3.Desaperto das prensas e retirar as peças anexadas;	Interno
4.Picagem de fim de operação da 'O.F' (ordem de fabrico) da respetiva peça;	Interno
5. Planeamento do trabalho da próxima peça;	Externo
6.Desenho da peça e geração do programa para a máquina;	Interno
7.Picagem de início de operação da nova peça;	Interno
8.Anexação das peças às prensas e desempenho das peças	Interno
9. Colocação da prensa com peça anexada, na máquina;	Interno
10.Zeragem da peça na máquina	Interno
11.Preenchimento do tanque com água;	Interno
12.Arranque da máquina após atingir nível da água necessário	Interno

### **Descrição dos setup's associados à Op.' Eletroerosão a fio'**

#### **Retirar prensa com a peça anexada do interior da máquina**

Após a conclusão do corte da peça, o operador tem que retirar a prensa em conjunto com a peça, a fim de poder realizar o próximo *setup* da nova peça, que irá ser maquinada de seguida.

#### **Picagem de início/fim de operação da O.F. da peça**

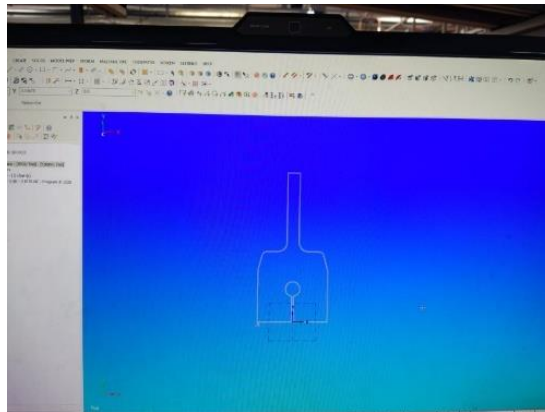
De forma a ser possível contabilizar o tempo consumido em cada operação necessária para cada peça, a *Siroco* criou um sistema de picagem em cada operação, em que se realiza uma picagem de início de operação e quando a peça acaba de realizar a operação, é feita então a picagem de fim de operação. Isto possibilita um melhor cálculo dos custos associados a cada peça e ao mesmo tempo, da operação em si no processo de negócio geral.

#### **Planeamento do trabalho**

O operador após visualizar o desenho anexado à 'O.F'. e a peça em *via de fabrico*, analisa como deve realizar a fixação da peça e de como abordar o corte da mesma. Isto varia de peça para peça, exemplo disto, no caso de peças de precisão dos *MA's*, são colocados diretamente num suporte já instalado dentro da máquina, visto os lotes de produção serem superiores ao usual, enquanto outras peças são fixadas em prensas ou noutro tipo de elementos, dependendo das dimensões e características das peças.

### **Desenho da peça e geração do código para maquinação**

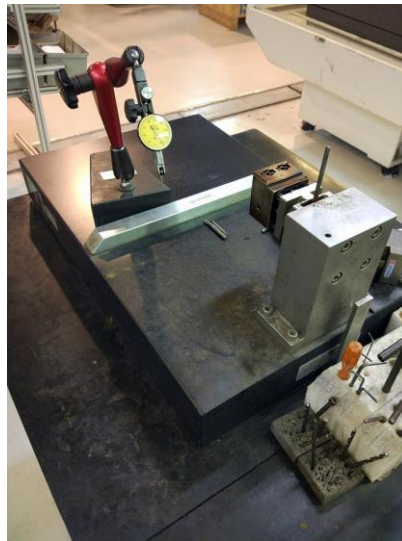
Posteriormente à compreensão de como realizar o corte da peça, o operador tem que inserir o desenho do corte num *software de CAD* (ver figura 6), onde previamente se encontram os desenhos das peças, que por norma geral, são enviados e realizados pelo *Gabinete de Desenvolvimento de ferramentas de cravação*. No caso dos desenhos não se encontrarem disponíveis no *software*, o próprio operador irá realizar o desenho e guardá-lo no mesmo. No desenho, o operador irá identificar quais as linhas das peças que irão sofrer o corte na '*Op. Eletroerosão a fio*'. Por fim, este desenho é convertido em código através de um *CAM Software* (*Computer Aided Manufacturing*), que posteriormente irá enviar o código gerado para a respetiva máquina que irá maquinar a peça.



**Figura 6-Software CAD usado na Op' Eletroerosão a fio'**

### **Fixação/desempeno das peças nas prensas**

De forma a garantir que as peças que serão submetidas ao corte, não fiquem empenadas, é realizado um desempeno das peças aquando estas são fixadas nas prensas. De forma a isso acontecer, é usado um padrão do encaixe das prensas nas máquinas, onde irá ser colocada a prensa. Nesta mesa padrão (ver figura 7), a peça vai ser desempenada em duas das dimensões, e a última dimensão será desempenada dentro da máquina através do desempeno do fio de corte. Para garantir o desempeno na mesa padrão, é usado um comparador para analisar a variância das cotas. De forma geral, as peças já têm definidas uma tolerância para o empeno.



***Figura 7-Instrumento de calibração/verificação***

#### **Colocação da prensa na máquina/ Desempeno do fio**

Após desempenar a peça na mesa padrão, a prensa é então encaixada na máquina. De forma a garantir o desempeno da peça nas 3 dimensões, é realizado o desempeno do fio, sempre que haja uma altura da peça significativa. Quando isto se torna possível, o desempeno do fio é executado através da aproximação do fio à área onde se irá realizar o corte, e aproximar de forma lenta até esta 'roçar' na peça. Quando esta 'roça' na peça, tem de se verificar um feixe de luz uniforme em toda a peça. Se isto não acontecer, significa que se tem de realizar um melhor desempeno do fio. Isto é realizado de forma iterativa até que o fio entre em contato de forma uniforme com a peça em toda a sua altura.

#### **Geração de um ponto de referência de maquinação**

Com o intuito de estabelecer as cotas e os movimentos de corte pretendidos na máquina, é necessário através de movimentos do fio em torno da peça, criar uma origem (ponto de referência). De forma a garantir a precisão das cotas, os operadores costumam realizar esta operação por duas vezes consecutivas.

### **Preenchimento do tanque da máquina com água**

No processo de corte de 'Eletroerosão a fio', o processo é executado com a peça submersa em água (figura 8). Portanto, antes de começar a execução do corte, é necessário preencher o tanque com água, onde a peça se encontra à espera de ser maquinada.



***Figura 8-Operação de preenchimento do tanque de água da máquina***

### **Arranque da operação de corte**

Após a receção do sinal de uma boia presente na máquina, são então iniciados os movimentos do fio que irão criar os cortes nas peças submetidas.

### **Conversão de *setup's* internos em *setup's* externos**

Após a análise dos elementos presentes nos setups, verificou-se que seria possível converter alguns *setups* internos em externos, dependendo de certa forma, do tipo de peças a produzir. Dentro dos elementos de *setup* analisados, verifica-se que os seguintes *setup's* podem ser alterados:

- Desenho da peça e picagens;
- Aperto das peças nas prensas e respetivos desempenos;
- Desaperto das prensas e retirar peças das mesmas;
- Soprar prensas e peças.

Todas estas operações podem ser realizadas com as máquinas em funcionamento, sendo assim possível converter estas etapas internas em etapas externas.

Quando se averiguou os *setup's* envolvidos e como eram realizados, verificou-se que existia um número reduzido de prensas disponíveis para trabalhar, devido ao facto de a maioria delas estarem danificadas, por erro de cálculo dos cortes, em que as próprias prensas sofreram um ou vários cortes. Ficou decidido então adquirir novas prensas, para que fosse possível ter mais que uma prensa disponível para cada máquina. Assim sendo, será possível realizar uma redução de tempo significativa, no que diz respeito aos *setups internos*, nomeadamente no aperto das peças às prensas; o seu desempenho; o tempo perdido a soprar as peças e prensas após serem retiradas das máquinas. Em relação às picagens e realização dos desenhos e geração de códigos para as máquinas, estes já poderiam ser feitos anteriormente, mas devido a uma menos apropriada metodologia dos operadores, tendo em conta o contexto atual da Siroco, estes só eram feitos com a máquina inativa. Em relação aos restantes *setups internos*, como são realizados no interior da máquina, têm de ser realizados com esta parada. No que toca à aquisição de novas prensas, já existia um protótipo em vias de fabrico (ver figura 9), realizado internamente, mas que se encontrava parado devido à falta de disponibilidade da empresa. Após algumas sugestões dos operadores e da minha parte, ficou decidido realizar algumas modificações aos mordentes das prensas, de forma a garantir um melhor contato e fixação das peças, de forma a facilitar o desempenho das mesmas.

### **Agilização dos restantes setups**

Em relação aos restantes *setup's internos*, pode-se afirmar que não é possível melhorar a operação de desempenho do fio, devido a esta depender do empeno do fio e da capacidade de observação e ajuste do operador. Nas outras operações principais, tais como a geração de um ponto de referência dos eixos das máquinas e o preenchimento dos tanques das máquinas com água, é possível realizar algumas melhorias, de forma a reduzir o tempo das operações. No caso do ponto de referência, uma das máquinas possui um tempo bastante mais curto que as restantes, devido a esta ser mais recente e possuir um tipo de programação diferente. Nesta geração do ponto de referência, existem vários movimentos de um eixo para o outro e a repetição da mesma que é feita automaticamente nesta máquina. Nas restantes máquinas estes movimentos são feitos manualmente pelo operador, e tendo em conta que o operador por vezes se encontra de volta de outras máquinas, acaba por se prolongar mais que o expectável. No entanto, após se realizar o contato com a pessoa responsável pela manutenção das máquinas, ficou estabelecido que não seria possível melhorar as máquinas, devido ao comando e o tipo de sistema operativo usado não ser compatível com as novas funcionalidades existentes nas máquinas mais recentes disponíveis no mercado. No caso do preenchimento dos tanques com

água das máquinas, a rapidez da execução depende do estado da bomba de água das máquinas e do nível das boias das mesmas. As máquinas apenas começam a trabalhar quando a água chega ao nível da boia. Portanto, deve-se ter em conta e dedicar atenção ao estado da bomba da água e do nível a que boia se encontra, no decorrer do processo. No caso de uma das máquinas, a boia do nível da água encontra-se danificada, fazendo com que a máquina demore mais tempo que as outras máquinas a finalizar o *setup*, devido a esta já estar no nível de água desejado, mas continua a encher desnecessariamente, até a máquina reconhecer que está em condições de iniciar a operação de erosão. De forma a melhorar estas situações, seria necessária realizar uma manutenção às bombas de água, substituir a boia danificada e realizar uma inspeção periódica ao estado das mesmas. Devido à falta de tempo dos operadores e chefe de produção, não foi possível contabilizar as melhorias que seriam obtidas no caso de se realizar uma manutenção regular e programada às bombas de água, sendo apenas substituídos os filtros de água da máquina, quando esta começa a indiciar defeitos, tais como a resistividade da água. Após toda esta análise, apercebi-me que seria necessário introduzir uma nova atividade no projeto, relacionada com otimização/produção de uma das ferramentas de *setup* usadas com regularidade nas máquinas.

### ***Otimização acessórios de maquinação: Operação de Eletroerosão a fio***

Conforme referido anteriormente, um dos acessórios envolvidos no processo da Op. 'Eletroerosão a fio' é um equipamento removível associado às máquinas de corte (conforme a figura 9). Este acessório é responsável pela fixação e orientação da peça no interior da máquina. No entanto, o alojamento das peças em produção é realizado no exterior da máquina.

Numa ótica de otimizar o tempo total de troca de ferramentas rápidas, é necessário que todos os acessórios (neste caso, três conjuntos de acessórios, mais 3 acessórios disponíveis no exterior das máquinas para preparar trabalho) estejam em condições ótimas de trabalho. Um dos casos analisados envolvia mau uso das prensas, revelando ser um dos principais fatores crítico associados ao elevado tempo necessário para desempenar as peças. Numa ótica de resolver este problema, deu-se continuação a um projeto de 2016, que tinha como objetivo a produção interna desse mesmo acessório. Mas devido à complexidade desse conjunto de acessórios no ponto de vista produtivo; recursos necessários e tempo despendido, ficou em *standby*. Tendo em conta a possível melhoria produtiva associada a este projeto, irá se dar continuidade a esse projeto, surgindo o seguinte plano de ação:



1. Finalizar protótipo em curso: Inicialmente, será necessário realizar um novo desenho dos mordentes; elaborar uma nova preparação dos mesmos e de seguida criar uma **ordem de fabrico**. Ainda sobre os mordentes, irá também se produzir mordentes suplentes, pois estes acabarão por sofrer desgaste ao longo do tempo. As restantes operações para finalizar a produção do protótipo da prensa e dos respetivos mordentes, serão subcontratadas, devido à falta de tempo disponível na Produção. Primeiro irão apenas se produzir uma prensa e dois mordentes; após serem ensaiados e com resultados positivos, irão então ser produzidos mais cinco prensas e doze mordentes. Isto, tendo em conta que existem cinco máquinas em funcionamento e que duas delas estão de forma permanente a produzir componentes de precisão para os MA's.
2. Analisar falhas do protótipo e possíveis causas;
3. Testar protótipo;
4. Análise de resultados;
5. Definir novo Plano de ação.



*Figura 9- Conjunto de equipamentos de setup disponíveis na Siroco*

### 3.2.3-Implementação/melhoria dos 5's na operação '*Ensaaios de MA's*'

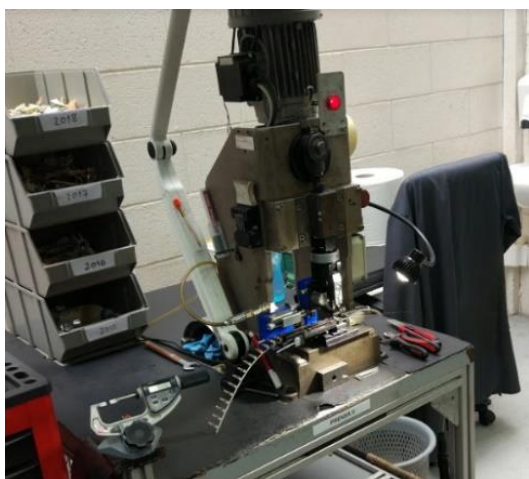
#### **Op. '*Ensaaios MA's*'**

Para finalizar o processo produtivo do produto '*MA 37*', é realizada a Op. '*Ensaaios MA's*'. Todas as referências de *MA's* têm que ser ensaiadas, em que algumas delas são mais complexas ou necessitam de mais atenção de forma a serem bem-sucedidas. Sendo assim, o *MA 37* também é ensaiado neste posto de trabalho, que normalmente é composto por 3 pessoas, trabalhando de forma flexível e eficiente, consoante a necessidade do momento, de acordo com a coordenação indicada pelo Diretor Executivo e pelo Responsável de Produção da *Siroco*.

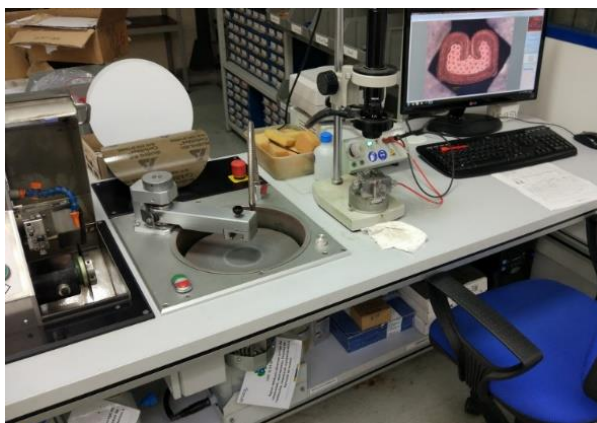
#### **Descrição do processo**

1. Ver *MA's* que saíram da Op. '*Montagem de MA's*' e através do *plano de prioridades de 'Montagem/Testes'*, escolher a máquina a ensaiar e levar documentos e máquina para o posto de documentação;
2. Impressão da *Ficha Técnica* do produto; (ver tipo de *cabo e juntas* necessário para *Ensaaios*);
3. Procurar tipo de *Junta*;
4. Procurar tipo de *Cabo* a usar no *MA*;
5. Levar *MA*; documentação; juntas; cabos e banda de terminais fornecido pelo cliente para *Posto de Ensaio* (ver figura 10);
6. *Afinações MA*, consoante os parâmetros da ficha técnica, envolve também descarnar e cortar cabos);
7. *Corte metalográfico* (ver figura 11);
8. Análise da afinação de '*Grifes*' (componente associado ao *Terminal*);
9. Consoante o resultado, se for conforme, elabora se o relatório de conformidade, no caso contrário, repetir o passo 6;
10. Realização de amostras de para o cliente: para '*Ensaaios de Capabilidade*' e amostras para Registo Interno;
11. Elaboração do '*Ensaio de Capabilidade*' (prova de esforço- tração nas amostras recolhidas);

12. Expedição das máquinas com a respetiva documentação.



**Figura 10-Prensa de Ensaio para MA's**



**Figura 11-Corte Metalográfico de Cravações de Terminais**

### **Implementação Metodologia 5'S na Op. 'Ensaio de MA's'**

Após conhecer melhor o processo ao longo de várias semanas, através de visualização e participação nas rotinas associadas a este processo produtivo; visualização dos equipamentos e materiais usados; convivência e discussões construtivas com os operadores afetados, foi possível compreender qual seria a melhor forma de atuar **no âmbito da melhoria desta operação, através da filosofia 5's**. Tendo em conta os 5's, decidi se aplicar os 3's iniciais de forma mais intensa, visto ser notável uma rápida, eficaz e eficiente melhoria, usando o mínimo de recursos possíveis. Sendo assim segue-se o seguinte Plano de Atividades, com a aprovação dos colaboradores envolvidos nesta operação; por parte da administração da empresa; responsável de Produção e Diretor Executivo:

#### **Plano de trabalhos:**

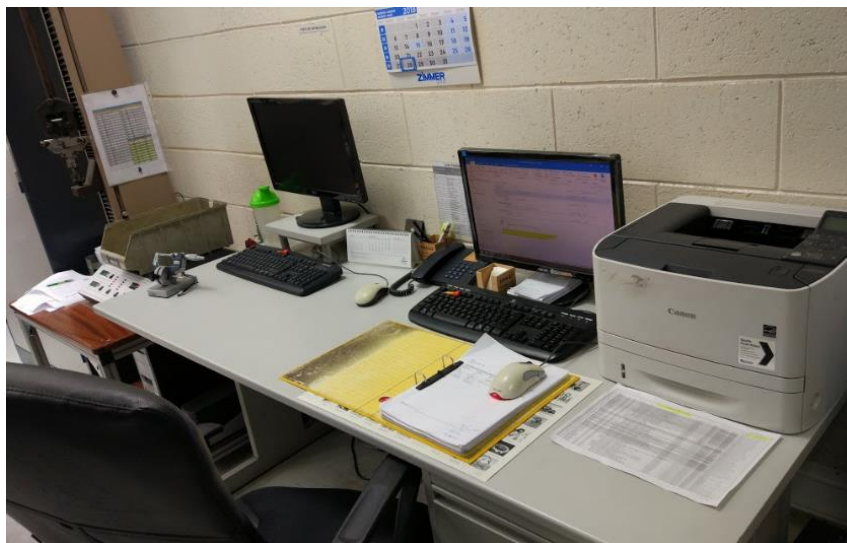
1. Otimização do *Layout* Atual: *Identificação/Classificação/Limpeza*;
2. *Organização* do tipo de *Cabo e Vedante*;
3. Criação de duas alternativas de *Layout*: Cenário possível na atualidade e Cenário ideal de trabalho no ponto de vista das pessoas envolvidas no processo de melhoria.

Conforme descrito no Plano de Trabalho, irá ser primeiro realizado por mim e pela *Siroco*, a organização do espaço usado pela *Op./Processo* incluindo:

- *Identificação /Classificação* dos materiais necessários/ não necessários na '*Op. Ensaio de MA's*';

- *Organização* dos materiais referidos;
- *Limpeza* do Posto de Trabalho (exemplo na figura 12) e melhoria do *Layout* usado atualmente;
- *Otimização* do processo;
- *Análise dos resultados* obtidos a partir das melhorias implementadas no processo.

No caso dos materiais, as principais preocupações devido à complexidade dos pedidos dos clientes, por pertencerem ao mercado da Área Automóvel são as seguintes: os cabos usados nas cravações e no caso de ser necessário, os vedantes usados nas mesmas cravações.



***Figura 12-Posto de documentação/Testes de Capabilidade e Esforço***

### **3.2.4-Análise do processo “Op. Ensaaios de MA’s”**

Na Siroco, todos os processos têm um papel importante na sustentabilidade do negócio, em qualquer um dos produtos associados à empresa. Por outro lado, é bastante visível o facto que no caso do produto *MA* (qualquer um deles), a *Op. ‘Ensaaios de MA’s’* é a mais crítica ao nível produtivo, a seguir aos processos comerciais. Tendo em conta que a empresa trabalha num ambiente bastante flexível e imprevisível, devido a ser necessário adaptar-se com celeridade às necessidades dos clientes, que têm um impacto elevado no negócio, as últimas operações produtivas são as que sofrem mais pressão, tanto a nível de *Lead Times* associados, como também da qualidade dos resultados obtidos nos *Ensaaios*. Posto isto, na minha opinião, após analisar alguns dados obtidos através do *ERP* usado pela empresa, verifica-se, sem margem de dúvida que a *Op. ‘Ensaaios de MA’s’* no contexto da *Siroco* é a operação ‘*Bottleneck*’ do processo de negócio do produto *MA*. Sendo assim, decidi explorar o processo de forma a detetar possíveis melhorias e se possível, implementá-las, de forma a analisar o impacto obtido, com as transformações associadas à possível nova rotina operativa.

#### **Identificação de possíveis melhorias**

Por fim, de forma a conseguir detetar um problema usual com impacto, decidi novamente questionar as pessoas envolvidas, em todos os aspetos, de forma a potenciar melhorias nos tempos de ciclo de cada *Ensaio* de um *MiniAplicador*. Nesse contexto, surgiu um problema com bastante impacto, tanto a nível de *Lead Times* internos, como por outro lado, na possível insatisfação do cliente, caso existisse uma falha humana do processo, associada à escolha de materiais necessários nos *Ensaaios*, que são descritos nas fichas técnicas fornecidas pelos clientes, que posteriormente são processadas pelo *Gabinete de Desenvolvimento de Ferramentas de Cravação*.

## Porquê?

Um dos problemas associados ao elevado Lead Time desta operação, está associado à falta de informação de alguns materiais necessários para efetuar os ensaios dos *MA's*. No âmbito de criar melhorias, será analisada a situação em conjunto com os colaboradores envolvidos nesta operação. Será então discutido qual é ao certo o problema, criar uma solução imediata e por fim irei pensar na solução ideal para a *Siroco* implementar no futuro. Após ter realizado uma análise com base na metodologia '5W2H', obtém se o seguinte resumo:

Problema:

- *Ferramentas MA's* com materiais não identificados/ indisponíveis para ensaios;

Possíveis Causas:

- Cliente não envia vedantes;
- Falta de Informação técnica;
- Troca de referência de *vedantes* por parte do cliente;
- Registo incompleto na base de dados atualmente existente;

Solução provisória:

- Criação de um ficheiro *Excel* com a classificação de vedantes presentes fisicamente na *Siroco*:
  - *Gama* (secções possíveis de ensaiar);
  - *Cor do vedante*;
  - '*Gola*' (se o *vedante* tem '*Gola*' ou não).

Solução alternativa/eficaz:

- Execução/Revisão dos registos da base de dados existente: '*Ensaio MA's- Crimping Tool Database*';
- Criação de um novo parâmetro de entrada respetivo à localização física dos *vedantes* na *Op. 'Ensaio de MA's'*

De forma a melhorar o processo e garantir a não existência de reclamações no futuro pelos clientes deste tipo de produto, após entendimentos de todas as partes envolvidas, será feito a seguinte ordem de atividades:

Primeiro passo:

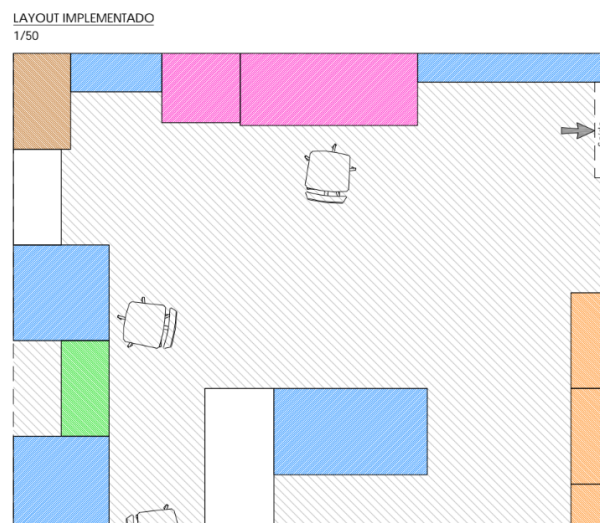
1. Organizar juntas por tipos: *nº de golas*; diâmetro *do furo* e respetiva referência do cliente;
2. Criar Sistema de Prateleiras semelhante ao *Armazém Principal de Stocks*, mas com dimensões de gavetas maiores e com várias divisões. Guardar uma quantidade razoável de prateleiras vazias para futuras novas referências de juntas;
3. Cada gaveta será identificada com uma referência para introduzir no ficheiro *Excel*;
4. Criar documento (*Excel*) com a identificação das referências de juntas e respetiva prateleira;

Segundo passo:

1. Organizar *Cabos* por: tipo de cliente, separados em caixas plásticas, com o diâmetro da *Secção dos Cabos* identificado;
2. Guardar várias caixas sem conteúdo, para casos especiais ou para futuros novos clientes.

### **Melhoria do Layout**

Numa outra vertente, solicitada pela Administração da empresa, que será mutuamente importante para a minha formação académica/profissional, será realizada uma análise do *Layout* atual e identificar possíveis melhorias ao nível dimensional, de disposição dos diversos *Postos de Trabalho*; *MA's* e *materiais* associados à operação. Por fim, caso seja possível, otimizar ao mesmo tempo, a ergonomia associada aos diversos Postos de Trabalho.



**Figura 13-Layout Implementado durante 5's na Op. 'Ensaio MA's'**

Sendo assim, com a colaboração ativa dos operadores afetados, obteve-se durante a implementação dos 5's, com resultados visíveis imediatos, a alteração do *Layout* descrita na figura 13.

As alterações principais neste *Layout* estão associadas principalmente a Identificação dos diversos materiais e Postos de Trabalho pertencentes da *Op.'Ensaio de MA's'*. Mas mais importante, na ótica do aumento de produtividade da operação, foi a possível melhoria associada à implementação de uma nova estrutura para repor e identificar *stocks dos Cabos e Vedantes*, divididos pelos tipos referidos anteriormente.

### Solução Layout Ideal

Numa ótica de quando houver fundos e recursos disponíveis para uma nova melhoria da operação produtiva associada ao produto “MA”, elaborei uma proposta do *layout ideal*, representado na figura seguinte, no contexto da Siroco, para que operação seja otimizada nos seguintes pontos:

- Melhoria em questões relacionados com a segurança e higiene no trabalho (odores intensos de materiais usados na Op.);
- Aumento da eficiência/qualidade do processo, como por exemplo a partir da implementação de planos renovados de manutenção no chão de fabrico (TPM).

Para isso, irei estudar possíveis mudanças de recursos associados à operação; mudanças nas rotinas operativas associadas ao processo '*Ensaio de MA's'*' e também numa ótica dimensional do *Layout*.

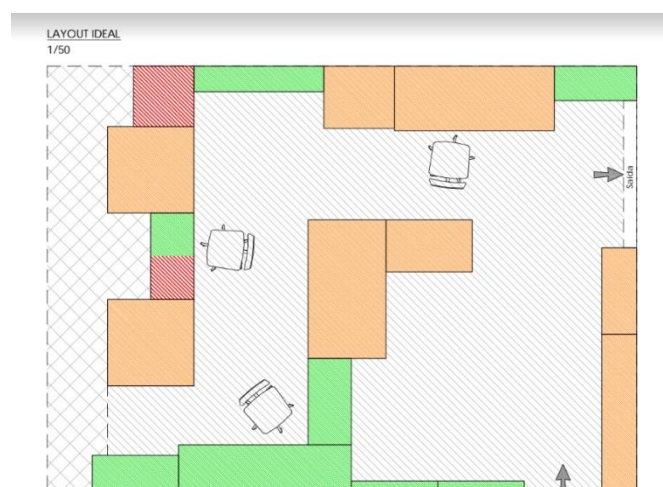


Figura 14-Layout Ideal para Op. 'Ensaio MA's'



### ***Descrição Layout (condições ideais)***

Na tabela da página seguinte (tabela 2), irão ser explicitadas as diversas áreas e as atividades relacionadas com as mesmas. Esta definição de um Layout ideal foi baseada em algumas premissas, que irão facultar um melhor ambiente de trabalho e por outro lado, aumentar a satisfação dos colaboradores envolvidos, que por sua vez, irá resultar num acréscimo de produtividade. Algumas das áreas descritas são existentes, mas não são usadas ou localizadas de forma eficiente. O objetivo será então tornar o uso das mesmas mais frequente e sempre que possível, de forma adequada e organizada.

#### **Premissas necessárias para obter condições ideais de trabalho:**

- Parte elétrica sem restrições; (obras necessárias, mas de fácil execução e com utilização de recursos de forma eficiente);
- Iluminação do setor a definir (luminosidade natural tem de ser controlada ou ajustada). Para isto seria também necessário recorrer a uma alteração das instalações, de forma a ser possível controlar melhor a luminosidade do setor;
- Extração e ventilação (devido ao odor libertador por um dos reagentes usados nesta operação).

**Tabela 2- Descrição das áreas de trabalho na Op 'Ensaaios de MA's'**

<b>Identificação da área</b>	<b>Descrição</b>
<b>Mesa de apoio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de problemas em MA's;</li> <li>• Identificação do problema e devida atuação: MA's em ensaios -&gt; MA's em standby; peças de desgaste não conformes a ser substituídas;</li> </ul>
<b>Acessos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada e saída de fluxos (humanos, materiais, etc.).</li> </ul>
<b>Entrada de MA's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona final da operação de Montagem de MA'S / Receção de MA's da operação dos ensaios.</li> </ul>
<b>Standby MA's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA's em condições desadequadas para aprovação/testes (faltar juntas; terminais; peças de desgaste; informações do cliente, etc...).</li> </ul>
<b>Saída de MA's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA's que já foram ensaiados, que aguardam manual para serem expedidos para o setor da Logística.</li> </ul>
<b>Posto de Capabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de stocks e referências (MA's, juntas, cabos, detalhes técnicos, etc.) e respetiva picagem de entrada do MA em causa;</li> <li>• Realização da documentação do produto.</li> </ul>
<b>Zona de cabos e juntas em stock de trabalho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stocks necessários para trabalho de cabos e juntas.</li> </ul>
<b>Prensas (2 prensas)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posto de afinação e cravação de MA's para ensaios finais;</li> </ul>

### 3.2.4-Melhoria do processo produtivo do Produto 'MA 37'

Após a análise e otimização da Op.' *Ensaaios de MA's*', segue-se a principal atividade do projeto, relacionada com a otimização do processo produtivo do 'MA 37'. Os focos de ação neste âmbito, serão ligados principalmente à análise dos componentes do produto e explorar possíveis alternativas mais eficientes, tanto a nível monetário, como na rentabilidade do processo. Para tal, irá ser feito primeiro uma análise das peças *standard do MA 37* e por fim, nos casos mais vantajosos, os mesmos serão melhorados.

#### **A) *Análise de possíveis alternativas de fornecedores de peças standards:*** ***Definição do Plano de Ação***

Nesta etapa inicial, será necessário concretizar primeiro um estudo das peças que são efetivamente de compra, em cada um dos 3 grupos associados ao MA: 'Assembly Block', 'Ram' (ver figura 15) e 'Feed Mechanism'. Após a seleção das peças de compra de cada um dos grupos, irá ser calculado o custo unitário de cada uma das peças, com a identificação do respetivo fornecedor e das possíveis alternativas no mercado disponíveis para a Siroco. Após a elaboração da lista das peças de compra, o próximo passo será a definição de dois critérios de forma a estabelecer quais as peças que passarão a ter prioridade no estudo. Por norma os critérios a seguir são os seguintes: o custo unitário da peça e se a peça, é ou não funcional, isto é, não altera o funcionamento mecânico do MA. Sendo o componente não funcional, dar-se-á prioridade, visto ser mais simples realizar uma alteração, sem ser necessário comunicar e argumentar com o cliente a justificação dessa alteração. Após a aplicação destes dois critérios, para concluir, irão ser feitas 3 análises adicionais: uma em conjunto com o Departamento de Compras, de forma a verificar se já existiam fornecedores alternativos disponíveis, ou se poderiam vir a existir. Outra, em conjunto com o departamento do desenvolvimento, de forma a verificar se será possível alterar peças de compra, com pequenas modificações que não alterem o funcionamento dos MA's, em que a margem de poupança fosse alterada com

significância. E por fim, em relação aos componentes de automação do MA, em conjunto com o departamento de automação.



**Figura 15-Componentes MA 37**

#### **Análise do estudo: Alternativas de fornecedores de peças standards**

No âmbito de ser possível reduzir os preços dos MA's, explorou-se primeiro a secção das peças que são compradas e que não sofrem alterações dentro da *Siroco*. De forma a realizar essa análise, obteve-se uma vista explodida de um MA 37 standard, em que nesta vista estão representados todos os componentes dos 3 grupos do MA: *Assembly Block*; *Ram* e *Feed Mechanism*. Após a realização da vista explodida, foram estudados os componentes dentro de cada grupo, quais eram efetivamente de compra, em conjunto com o departamento de compras, em que se detalhou para cada componente, qual/quais eram os fornecedores e o respetivo preço de aquisição, associado ao tamanho do lote adquirido.

Em alguns casos, especificamente ao nível de parafusarias, que constitui a maior parte das peças que são de compra, verificou-se que existiam no mercado, possíveis alternativas ao atual fornecedor. Após realizar a lista de componentes de compra de cada um dos grupos, efetuou-se uma lista de prioridades, em que o critério escolhido para definir prioridades seria com base do preço de aquisição do componente. Isto originou uma lista de preços em forma descendente, estudando-se desde os componentes com peso mais significativo a nível de despesas, até aos menos significativos. Observou-se que a maior parte dos componentes mais dispendiosos

estavam relacionados com automação e eletrônica dos MA's. Estes foram deixados de parte, para serem estudados posteriormente, devido à complexidade envolvida nos componentes e por terem de ser debatidos com profissionais competentes na área de automação.

### ***B) Análise/Melhoria de componentes do produto 'MA 37'***

Após a definição dos componentes a serem estudados, seguiu-se então uma abordagem inicial com o Departamento de Compras, de forma a analisar possíveis alternativas de fornecedores disponíveis, ou então componentes em que valeria investir numa pesquisa de mercado, com o objetivo de obter fornecedores alternativos com preços competitivos. Após terminar a análise em conjunto com as Compras, deu-se seguimento ao mesmo estudo, mas em conjunto com o Departamento de Desenvolvimento. A justificação para isto, está relacionada com o facto de este departamento ter competências mais técnicas sobre os componentes e uma noção diferente, da relação funcionalidade/preço dos componentes num MA.

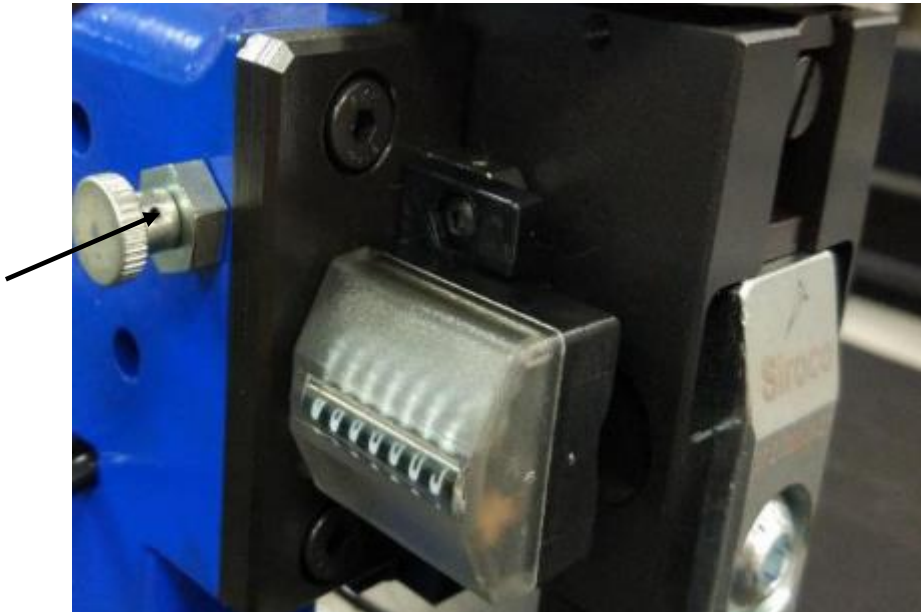
Na análise em conjunto com o Departamento de Compras, verificou-se que no caso de alguns componentes, existiam no mercado já algumas alternativas viáveis, do qual se sugeriu então pedir uma proposta para cada um dos casos aos possíveis fornecedores. Noutros componentes, verificou-se que seria possível reduzir o preço de aquisição, através da negociação da dimensão dos lotes, sem que trouxesse inconvenientes à empresa, no que se trata de stocks excessivos.

De seguida, realizou-se uma análise em conjunto com o Departamento do Desenvolvimento dos diferentes constituintes dos MA's que são comprados, em que se verificou que existiam alguns componentes com um preço demasiado alto para a sua funcionalidade. O resultado destas análises iniciais, originou 4 alterações possíveis de forma a reduzir despesas:

- 1. 'Limiter Pin';***
- 2. 'Shouldered Screw M4';***
- 3. 'Special Screw HC';***
- 4. Novo tipo de contador (inclui suporte, contador e íman).**

### ***'Limiter Pin'***

O *'Limiter Pin'* (ver figura 16) é um conjunto de componentes que trabalham em sincronia de forma a limitar o movimento vertical da *'Ram'* no processo de cravação. Se esta peça não existisse não seria possível obter cravações com precisão, visto o movimento da *'Ram'* no eixo vertical não ser limitado com precisão. A peça *'Ram'* engloba os componentes de precisão responsáveis pela qualidade da deformação dos terminais, conforme os requisitos do cliente.



***Figura 16-Assembly final do componente Limiter Pin***

Os constituintes do *'Limiter Pin'* são os seguintes:

- *'Pin'*;
- *'Support Pin'*;
- *'Handle'*;
- *'Spring'*;
- *'Spring Pin'*.

Todos estes constituintes são comprados, de forma separada, em que alguns deles, posteriormente após a chegada à *Siroco*, sofrem operações de subcontratação de maquinação.

### **Sugestão: Conjunto de compra**

Após ter analisado algumas propostas de fornecedores, foi possível evidenciar como um dos atuais fornecedores da *Siroco*, utilizado para fornecer outro tipo de produto da empresa, como uma alternativa viável para este componente. Isto devido a ter um componente com um sistema semelhante ao usado atualmente, mas a um preço final mais competitivo, com apenas algumas ligeiras alterações necessárias a realizar.

Estas alterações que virão a ser necessárias, não irão adicionar quaisquer custos significativos a conjunto, visto serem alterações nos processos produtivos já existentes, ou pormenores que não terão um impacto significativo no custo total do conjunto. Apesar de se tratar uma peça pequena com uma funcionalidade apenas destinada a limitar o movimento vertical da '*Ram*', foi possível reduzir 40% do custo do conjunto '*Limit Pin*'. Na figura seguinte, é ilustrada a solução obtida.



***Figura 17-Solução Limit Pin PROTO***

### ***Shouldered Screw M4'***

A função deste componente destina-se exclusivamente ao acoplamento do '*Insulation Crimp Stop*' na '*Ram*'. Este componente de forma a trabalhar em conjunto com os restantes componentes dos *MA's*, é sujeito a várias operações subcontratadas (ver figura 18). Normalmente são operações de subcontratação de maquinação: torneamento e oxidação. O objetivo será substituir este componente que sofre maquinação, por um de compra direta.

Esta peça acaba por ter um custo associado relativamente elevado, tendo em conta a sua pequena relevância no MA, isto numa perspetiva global.

O custo de produção desta peça é inflacionado, especialmente devido à operação de maquinação. Ou seja, existe um custo muito elevado de maquinação, para obter as cotas necessárias para trabalhar em sincronia com a peça *Insulation Crimp Stop*.



**Figura 18- Shouldered Screw M4 atual**

Visto que o mercado não oferece soluções com as medidas compatíveis com a peça referida anteriormente, verificou-se que faria mais sentido alterar as dimensões dessa peça ('Insulation Crimp Stop'), para que fosse compatível com uma opção existente no mercado, com preços atrativos.



Como alternativa, mais uma vez, foi realizado uma análise dos produtos de um dos fornecedores da Siroco e encontrou-se um produto com características semelhantes ao desejado. No entanto, será necessário alterar uma das dimensões da peça *Insulation Crimp Stop* (ver figura seguinte), de forma ao parafuso não afetar a funcionalidade do *MA*.



**Figura 19-Insulation Crimp Stop**

#### ***'Special Screw HC'***

A função deste componente corresponde à fixação da '*Micro Valve*', um componente de automação, que estabelece o avanço dos terminais para cravação. O '*Special Screw HC*', tal como o '*Shouldered Screw M4*,' é maquinado (ver figura 20). O objetivo nesta alteração será realizar a troca deste componente por um artigo de compra direta.



**Figura 20-Special Screw HC**

### ***Alteração do contador de ciclos e 'Left Retaining Plate'***

Apesar do objetivo desta análise ser a redução do preço de produção dos MA's, nesta alteração também se teve em conta problemas que surgiram em alguns clientes. Um dos problemas que foi relatado pelos clientes estava relacionado com o facto do íman que é anexado à *Ram* de forma a proceder à contagem dos ciclos, em alguns casos tende a estilhaçar, durante os ciclos de cravação. Esta contagem de ciclos é feita através do movimento vertical da *Ram*, em cada uma das cravações realizadas. Portanto, irá ser analisado a possível substituição do atual contador, por outro diferente do mesmo fornecedor, ilustrado na figura em baixo.



***Figura 21-Solução Contador (íman incorporado)***

### **Atividade adicional: Produção 'MA 37 PROTO'**

Posteriormente, após a administração ter demonstrado interesse em implementar as alterações no produto ainda este ano (ano 2018), ficou também definido produzir um MA 37 PROTO, com as alterações estudadas, e consequentemente, um processo de validação das alterações no produto, a começar pela validação interna na empresa, para comprovar que a funcionalidade do produto não será comprometida. Após esta validação interna, será então realizada uma validação pela parte dos clientes deste produto.

### 3.2.5- Conversão Op's Subcontratadas para Op's 'Siroco'

Após algumas alterações no processo produtivo ao longo do ano 2018 na *Siroco*, surgiu também a oportunidade de reduzir custos através de conversão de recursos usados, associados à produção de componentes/peças do MA 37. Sendo assim serão analisados 4 tipos de componentes, todos eles importantes para o funcionamento adequado do produto, em que estes usualmente são produzidos com auxílio de operações subcontratadas, tais como o corte de Matéria-Prima; Fresagem (ver figura 22) e Serralharia. Após a otimização da utilização de recursos e da mudança de objetivos da *Siroco* com a nova Administração, ficou então estabelecido o uso das novas tecnologias produtivas, de forma a otimizar o processo. A principal recente aquisição da empresa foi um centro CNC com 5 eixos de trabalho, sendo possível converter várias fases do processo de maquinação em apenas 1 ou 2 fases, consoante a geometria e complexidade das peças.



**Figura 22-Centro de CNC de 5 eixos e operador afetado à máquina**

Todas estas peças que serão apresentadas, estão associadas a essa conversão/simplificação das fases de maquinação.

As peças que serão analisadas neste relatório, são as seguintes:

- **'TSB' (Terminal Support Block).** Este é constituído por dois componentes, que funcionam apenas em conjunto, tornando se assim peças de precisão, tal como mostram as duas seguintes figuras;



**Figura 23-Componentes T.S.B MA 37**



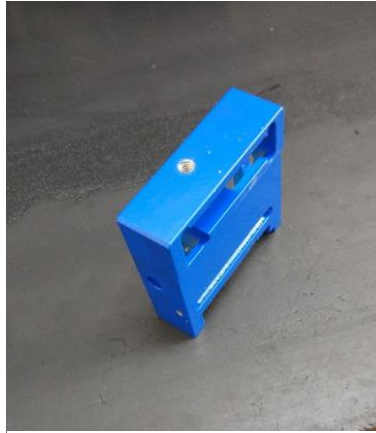
**Figura 24-Conjunto T.S.B MA 37**

- **'Ram'.** Para esta peça de geometrias mais complexas e exigentes, foi necessário desenvolver um dispositivo para acoplar à máquina CNC com 5 eixos, de forma a transformar 6 fases de trabalho em 2 fases de trabalho, com resultados idênticos.
- **'Drag Support'** (componente ilustrado na figura 25). O conjunto original denominado por *'Drag'*, é constituído por dois componentes, sendo apenas estudado o componente *'Drag Support'*, visto que a produção do outro componente tinha sido analisada antes da iniciação deste projeto.



**Figura 25-Drag Support MA 37**

- **'Feed Mechanism Plate'** (ver figura 26). Esta peça é uma peça de dimensões relativamente grandes, com a sua função relacionada com o funcionamento pneumático do MA;



**Figura 26-Feed Mechanism Plate  
MA 37**

Um dos objetivos deste estudo será determinar quais as alterações necessárias no processo produtivo destes componentes nas operações referidas anteriormente e ao mesmo tempo atingir objetivos estratégicos tais como:

- A redução do Lead Time Produtivo de cada um dos componentes em causa;
- Redução dos custos associados às peças referidas, através de conversão de operações subcontratadas para operações produtivas 'Siroco'. Estas operações nestes casos, estão relacionadas apenas com operações de maquinação e serralharia. A operação de maquinação usada como alternativa interna, será a operação de Fresagem, devido à complexidade e detalhe geométrico das peças.



## Capítulo 4- Gestão do Projeto: Análise/ Fecho do Projeto

Neste capítulo serão analisados os resultados obtidos em cada uma das atividades deste projeto (*fase “Check & Act*) e os resultados gerais obtidos no fim do projeto e o seguimento com o *Planning* de novos Projetos (*fase Check; Act& Plan*). No caso de algumas atividades, como fruto destas, surgirá a necessidade de incrementar tarefas, como será visto posteriormente neste documento.

## Capítulo 4- Gestão do Projeto: Análise/ Fecho do Projeto

### Fase “Check & Act” do ciclo PDCA

Após a fase *Do* do ciclo PDCA ter sido terminado, será analisado os resultados obtidos nas principais atividades executadas durante o projeto. Posto isto, irão então ser analisados os resultados obtidos nas Op. ‘Eletroerosão a fio’; Op. ‘Ensaio de MA’s’ e por fim na melhoria do produto MA 37 e do respetivo processo produtivo.

#### 4.1-Análise Resultados: Implementação SMED na Op. ‘Eletroerosão a fio’

Tabela 3- Medição de tempos dos elementos de setup na Op. ‘Eletroerosão a fio’

Atividade de setup	Tipo de setup	Tempo médio (seg)	Tempo mínimo (seg)	Tempo máximo (seg)
<i>Planeamento</i>	Externo	30	-	-
<i>Desenho de peça/picagens</i>	Interno	275,1	21,1	1185,1
<i>Fixação/desempeno das peças</i>	Interno	118,4	6,9	426,8
<i>Desempeno do fio</i>	Interno	65,1	20,6	103,5
<i>Zeragem dos eixos</i>	Interno	128,9	10,4	258,6
<i>Preenchimento do tanque</i>	Interno	60,5	42,0	81,1
<i>Retirar prensa</i>	Interno	5,0	-	-
<i>Soprar peça/prensa</i>	Interno	3,0	2,1	4,6
<i>Desapertar peça da prensa</i>	Interno	6,0	2,7	10,2
<i>Tempo total setup interno</i>	-	662,0	110,8	2074,9
<i>Tempo total setup</i>	-	692,0	140,8	2104,9

Durante a realização do estudo/ acompanhamento da operação, o tempo de *setup* rondava em média os 11 minutos, conforme se pode verificar na tabela acima, dependendo do tipo de peça a fabricar e o respetivo tipo de corte a realizar, por exemplo. Neste tempo total de *setup*, mais de 95% do tempo de mudança correspondia a *setup’s* internos, em que se existissem melhores condições de trabalho, que iria envolver novas prensas e mordentes mais eficazes disponíveis, para cada uma das máquinas, seria então possível converter de forma eficiente alguns dos *setup’s* internos



em *setup's* externos. Sendo assim, os que são viáveis converter, do tipo 'interno' para 'externo', são os seguintes:

1. Planeamento dos trabalhos;
2. Fixação/desempeno de peças;
3. Soprар peça em via de fabrico/ acessório utilizado;
4. Desaperto da peça em via de fabrico do acessório usado (prensa).

Com estas alterações, sem adicionar a redução do tempo extra que é possível obter no desempenho das peças com as novas prensas e mordentes, estima-se conseguir obter uma redução do tempo de *setup* interno à volta dos 60%. Este valor foi obtido após a produção do conjunto de acessórios referido, sendo este usado e monitorizado durante 1 turno de trabalho numa só máquina (8 horas numa máquina). No entanto, para esta análise ser mais precisa e eficiente, será necessário ter todos os novos acessórios funcionais e disponíveis em simultâneo, algo que não foi possível realizar durante o meu estágio na *Siroco*.

Por outro lado, nesta operação, também se detetou algumas deslocações para a operação situada ao lado, a fim de controlar cotas de precisão, no caso destas conterem tal tipo de cotas nos respetivos desenhos. Com o objetivo de analisar a possibilidade de eliminar este tipo de deslocações por parte dos operadores da Op. ' Eletroerosão a fio', resolveu-se cronometrar o tempo, desde a saída do operador do posto de trabalho, controlar as cotas necessárias no instrumento de verificação, até voltar a estar presente fisicamente no seu posto de trabalho.

Após ter analisado 3 dias num dos turnos, neste caso, o primeiro turno do dia, apurou se, o operador está aproximadamente 15 minutos por dia em deslocações para controlo de cotas de precisão em 8 horas de trabalho. Após ter discutido este ponto com a administração da empresa, tendo em conta a carga de trabalho nesta operação, não se justifica investir num instrumento de verificação/calibração somente para a Op. ' Eletroerosão a fio' no presente. Por outras palavras, as deslocações para controlo dimensional apertador continuarão, enquanto a produtividade da operação não crescer de forma acentuada.

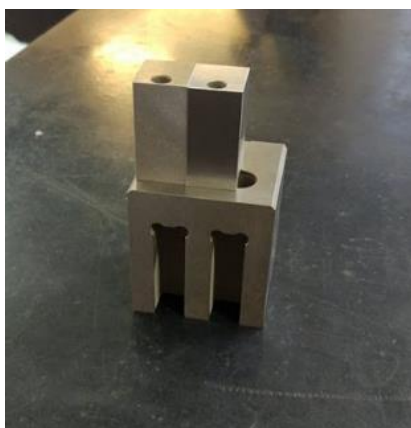
## **Análise Resultados: Acessórios de maquinação: Op. 'Eletroerosão a fio'**

Após o seguimento do projeto pendente na *Siroco* associado aos acessórios de maquinação na 'Op. Eletroerosão a fio', ficou definido continuar a produção dos componentes de forma subcontratada, devido à falta de disponibilidade de recursos internos.

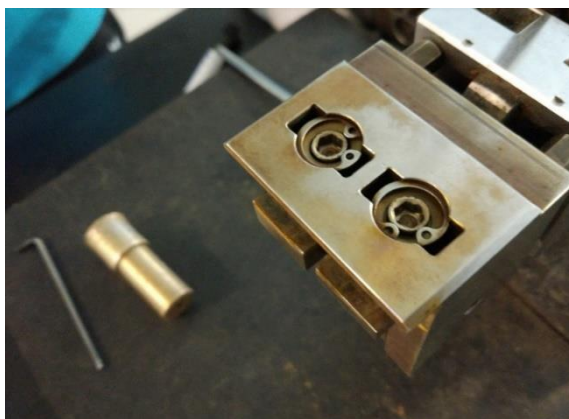
Os restantes componentes necessários para a fixação da prensa na máquina, encontravam-se disponíveis em *stock* na empresa, não sendo necessários adquirir, sendo ainda mais vantajoso assim aproveitar para dar ao seguimento do projeto pendente na *Siroco*.

Posto isto, no espaço de 1 mês após a saída das operações subcontratadas necessitadas, as peças, já se encontravam operacionais e foram utilizadas de forma imediata (ver figuras 27 e 28), após algumas afinações e retificações. Alguns resultados obtidos das ops. subcontratadas foram menos bons, especialmente relacionados com algumas dimensões obtidas de forma incorreta (associadas a cotas de precisão), levando a cabo ser necessário retificar as peças internamente através de três operações produtivas internas: Serralharia; Retificação Plana e por fim novamente Eletroerosão a fio. Estas operações não acresceram grandes custos à produção da peça, o que tornou esta opção de prototipagem válida. Tanto não só válida para testar, como propriamente para trabalhar até se iniciar a produção de novos acessórios. Preferiu-se produzir os acessórios e não os comprar à representante da marca, devido a ficar aproximadamente dez vezes mais barato, produzi-los internamente e/ou em conjunto com os parceiros da *Siroco*.

Como síntese, apresento os resultados positivos e negativos associados a esta atividade, apresentados na seguinte tabela:



**Figura 28-Projeto Siroco 2015-  
Prensa e Grampos SA**



**Figura 27-Acessórios em área de Preparação de  
trabalho (instrumento de calibração/verificação)**

**Tabela 4- Resumo de resultados: Otimização acessórios da Op.' Eletroerosão a fio'**

Pontos Fortes	Pontos fracos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desempeno de peças na preparação do trabalho obteve se com maior rapidez e eficácia;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mordentes não são funcionais para peças de grandes dimensões ou em peças de dimensões bastante reduzidas;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fixação da prensa eficaz tanto no instrumento de calibração/desempeno, como na máquina de erosão;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Operação subcontratada ('Eletroerosão a fio'), não cumpriu as dimensões estabelecidas nos desenhos das peças;</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acessórios de fixação de peças na prensa (grampos) encontram se OK para trabalhar, ou seja, na prática, são funcionais;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cursos de roscas demasiado curtos, não permitindo aperto total de algumas peças na prensa;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensões dos acessórios (Prensa e Mordentes), permitem uma boa perpendicularidade na anexas de peças em fabrico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rasgos da prensa ligeiramente cónicos, levando a um mau funcionamento dos <i>Mordentes</i> no final dos cursos;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Setup's externos</i> (engloba preparação de trabalho; calibração; desempenho; entre outros.) aproximadamente 30% mais curtos que antes da implementação da <i>SMED</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessidade de realizar operações internas suplementares de Serralharia (ver figura 34).</li> </ul>

#### 4.2-Análise de Resultados: 5's e melhoria do processo na Op.' Ensaio de MA's'

Após a implementação dos 5'S e da alteração da rotina de trabalho da Op.' *Ensaio de MA's'*, as diferenças são bastantes notáveis tanto a nível visual do *Layout*, como também no aumento da eficiência do processo.

Com a integração de uma base dados nesta operação, já utilizada apenas pelo Gabinete de Desenvolvimento de Ferramentas, designada por '*Crimping Data Tool Base*', tornou-se mais fácil identificar algumas falhas no processo, como por exemplo, informações erradas enviadas pela parte do cliente, ou por vezes, do gabinete de Desenvolvimento de Ferramentas de Cravação Siroco. Após se ter criado uma folha Excel para trabalhar em conjunto com a base de dados, foi possível criar um sistema de identificação de *Vedantes*, com o auxílio da criação de um sistema de prateleiras com gavetas (ver figura 29), sendo estas identificadas e parte dos parâmetros de entrada do ficheiro Excel.



**Figura 29-Nova organização de juntas com sistema implementado**

Este sistema é flexível, sendo possível no futuro acrescentar novas referências, através da adição de mais gavetas e em simultâneo, no caso de se detetar alguma falha, corrigir as informações existentes na folha de Excel. Se forem detetadas falhas de informação na base de dados usada, estas passarão a ser comunicadas ao gabinete de Desenvolvimento, que posteriormente, irão ser corrigidas no caso de ser viável e exequível, através da criação de algum tipo de alteração.

Na aplicação prática dos 5's após a triagem dos materiais necessários e usados com mais frequência neste Posto de Trabalho, alcançou-se um aumento bastante significativo de espaço livre, sendo possível usar o mesmo para novos fins, tais como acrescentar outros tipos de materiais necessários, ou regular internamente os próprios *stocks* de materiais. Ao nível de

documentação arquivada dentro do posto de trabalho, tudo o que fosse desnecessário, foi transferido para uma recente área usada para *Arquivos*, situada no andar superior da empresa, onde se situa quase todo o tipo de arquivos em forma de papel que não é necessário usar de forma frequente.

Nesta implementação, após estudar várias alternativas de compra para adquirir estruturas para organizar os *Vedantes e os Cabos* necessários nas *Cravações de Terminais Elétricos*, optou-se por reutilizar materiais que se encontravam em boas condições de uso, não sendo necessário recorrer ao processo de Compras e do ponto visto financeiro, não foi necessário despende dinheiro em recursos materiais.

Sendo assim, praticou-se uma poupança monetária, que foi usada para se investir apenas em caixas plásticas, com o fim de organizar os *Cabos*, conforme a figura 31, pelos diferentes tipos de secções.

Por fim, com estas implementações e exploração do processo em conjunto com os operadores envolvidos nesta operação, o conhecimento de todo o processo produtivo tornou-se mais aprofundado, tanto para mim, como estagiário, como para os próprios operadores, através da minha partilha de conhecimento com eles e vice-versa. Ou seja, num dos principais problemas associados à escolha correta do tipo de junta a usar na falta do envio do próprio material pela cliente conseguiu-se otimizar bastante o tempo despendido nessa ação. Antes da implementação da base de dados e da nova folha de Excel, os operadores no pior cenário poderiam chegar a desperdiçar trinta minutos do seu tempo por *MA* para terem a certeza de que estariam a escolher o material apropriado. Após a implementação e discussão com os vários membros da equipa de *Ensaaios*, no pior dos cenários possíveis de intervir na própria operação, o tempo despendido passou a ser de apenas cinco minutos por *MA*.

Resumindo, conseguiu-se obter uma tremenda redução de tempo na operação '*Ensaio de MA's*', através da implementação dos 5's nas *Juntas e Cabos* e simultaneamente a implementação de um novo *Sistema de Informação* próprio para uso interno da operação, num curto espaço de tempo correspondente a aproximadamente um mês.



**Figura 30-Resultado obtido 5'S: Carrinho de Ferramentas**

### **4.3-Análise de Resultados-: Alternativas de fornecedores de peças standards**

#### **Análise do estudo: alternativas de fornecedores de peças standards**

No âmbito de ser possível reduzir os preços dos *MA's*, explorou-se primeiro a secção das peças que são compradas e que não sofrem alterações dentro da *Siroco*. De forma a realizar essa análise, obteve-se uma vista explodida de um *MA 37* standard, em que nesta vista estão representados todos os componentes dos 3 grupos do *MA*: *Assembly Block*; *Ram* e *Feed Mechanism*. Após a realização da vista explodida, foram estudados os componentes dentro de cada grupo, quais eram efetivamente de compra, em conjunto com o departamento de compras, em que se detalhou para cada componente, qual/quais eram os fornecedores e o respetivo preço de aquisição, associado ao tamanho do lote adquirido. É importante referir que todo este estudo foi feito através dos dados fornecidos pelo ERP da empresa, que foram convertidos para um ficheiro Excel, a fim de ser possível editar dados e realizar novos cálculos.

Durante a análise dos dados gerados, verificou-se que a parafusaria associada à montagem do *MA 37*, era a que constituía a maior parte das peças de compra, Após contactar e analisar em parceria com a responsável do Departamento verificou-se que existiam no mercado, possíveis alternativas ao atual fornecedor de grande parte dos artigos detalhados. No entanto, a diferença de preços entre o atual fornecedor e fornecedor alternativo encontrado, não era tão significativo ao ponto de alterar, visto que associado a esta troca de fornecedores, seria necessário comprovar que os materiais usados pelo fornecedor alternativo, tinham as mesmas propriedades mecânicas e físicas que a parafusaria original, de forma a não colocar em risco a performance do produto e do cliente.

#### ***'Limiter Pin'***

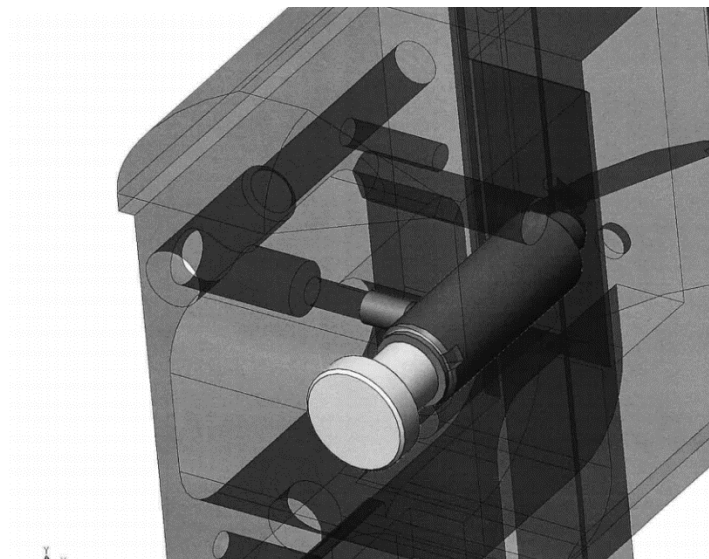
Com a troca de 3 componentes no *'Limiter Pin'*, por um único conjunto, consegue se obter uma poupança de aproximadamente 40%, o que é uma poupança bastante significativa, numa peça com funcionalidade reduzida.

De forma inicial, para comprovar a veracidade desta troca de componentes, a nível funcional, fez-se um ensaio na montagem dos *MA's*. Após uma troca de opiniões entre os responsáveis da montagem, levantaram se alguns problemas com o novo conjunto:

- A rosca onde é apertado o '*Limiter Pin*' na peça '*Housing*' (ver figura 31), com o conjunto prévio, é do tipo *M8x1.25*. No entanto o novo conjunto, tem como rosca *M8x1.0*;
- O limitador do novo conjunto, tem uma cabeça de diâmetro 4.00 mm;
- A inexistência de um batente para o '*Housing*', o que não garante que o '*Limiter Pin*' não se desloca mais que o previsto;
- Diâmetro do aperto do '*Handle*' ao conjunto não é compatível, visto que o diâmetro do '*Handle*' é de 3,53 mm e a rosca do novo componente é M3;
- O '*Handle*' previamente não continha rosca, não sendo possível apertar o novo conjunto ao '*Handle*'. Antigamente o aperto era realizado através de uma cavilha interna que atravessava o conjunto todo;

De forma resolver estes problemas, posteriormente em conjunto com o departamento de desenvolvimento, criaram se as seguintes soluções:

- Necessidade de alteração do tipo de rosca que é maquinado de *M8x1,25* por *M8x1.00* na peça '*Housing*';
- O rasgo na RAM onde é alocado o limitador no movimento da '*Ram*' tem de ser alterado para pelo menos 4.5mm (raio de 2,25mm no mínimo), devido ao diâmetro do limitador de movimento do novo conjunto;
- De forma a criar um batente, tem de se criar um perno que vai ser fixado a meio do novo conjunto no interior do '*Housing*'. Para isso é necessário realizar mais um furo na face traseira do '*Housing*', de forma a roscar no novo perno;
- Alterar o diâmetro do furo do '*Handle*' e por sua vez, criar uma rosca *M3*, de forma a ser possível o aperto do conjunto.



**Figura 31-Sistema Limiter Pin Proto**



### **‘Shouldered Screw M4’**

A alteração das dimensões do componente ‘*Insulation Crimp Stop*’ não irá acrescentar custos à produção do mesmo, o que por sua vez não irão surgir custos com esta alteração, traduzindo numa poupança direta de aproximadamente 66% na aquisição da peça. Por outro lado, o *Lead Time* de aquisição deste componente passa a ser mais reduzido, pois passará a depender apenas de um fornecedor (ver peça na figura 32), sem quaisquer tipos de operações subcontratadas, visto que o parafuso já terá as dimensões apropriadas e adicionalmente, já se encontrarão zincados, não sendo necessário sujeitá-los à operação de oxidação.



**Figura 32- Solução 'Shouldered Screw M4'**

### **‘Contador e Left Retaining Plate’**

Os estilhaços referidos anteriormente, causados pela fragmentação do íman responsável pela leitura de ciclos, quando caem sobre as *punções* ou *enclumes*, que são os componentes responsáveis pela cravação com precisão dos terminais, vai afetar a qualidade da cravação e no caso das próprias punções e enclumes, pode mesmo chegar a danificá-los, tornando o processo de cravação não conforme. De forma a resolver esse problema, a *Siroco* já tinha considerado como opção optar por um contador que tivesse um íman incorporado, ou seja, a contagem de



**Figura 33- Solução Left Retaining Plate Proto**

ciclos passaria a ser controlado com o íman sem estar anexado à '*Ram*', mas sim com outro componente metálico anexado à mesma, que fosse tolerante ao desgaste e pressão exercida nos numerosos ciclos de cravação efetuados pelos clientes. Ao alterar o tipo de contador, vai se alterar também o facto de já não ser mais preciso adquirir um íman de forma separada, facilitando o controlo de stocks de componentes dos MA's e por outro lado, o suporte do contador irá ser modificado, de acordo com a nova versão do contador. Sendo assim, foi possível realizar outra alteração no MA, relativa à peça onde se realiza a fixação do suporte do contador na peça '*Housing*', em que esta peça tem como função definir o movimento vertical da '*Ram*', não permitindo sair da localização pretendida nos restantes eixos. Essa peça é a '*Left Retaining Plate*' (ver peça proto na figura 33). A alteração terá a ver com o facto de não ser necessário uma aba para fixar o suporte do contador, visto que o novo contador contém um novo tipo de suporte. Assim sendo, poderá se poupar em matéria-prima por peça e tempo de maquinação, que é dedicado à aba. De forma a calcular a poupança, visto que só serão realizados protótipos da nova peça, não será possível estimar um custo real da produção da peça em série, optou-se por comparar à mesma peça, mas do '*MA 35*', outra gama do mesmo produto, que tem dimensões e geometrias semelhantes ao protótipo. Sendo assim, pode se estimar uma comparação com mais detalhe, visto que o processo de fabricação das peças bastante semelhantes, entre o '*MA 37*' e o '*MA 35*'.

### ***'Special Screw HC'***

Após um estudo em conjunto com o Departamento de Desenvolvimento e tendo em conta o preço atual do componente, chegou-se à conclusão que seria mais vantajoso economicamente, alterar o tipo de fixação da peça '*Micro Valve*'. O novo tipo de fixação será feito através de um sistema diferente: a fixação da peça *Micro Valve*, representada na figura 34, será feita através de uma cavilha a fixar a posição da peça e a própria cavilha será travada por um perno, funcionando como um contra aperto. Para tal, irá ser usado um perno já usado em circunstâncias diferentes, na Op. '*Montagem de MA's*', o *Hexagon Socket Set Screw (M5x12)*, e uma cavilha de dimensões 3x16.



*Figura 34- Montagem do componente 'Micro Valve'*

#### **4.4-Análise de Resultados: Processo 'Validação Alterações do 'MA 37'**

##### **Introdução**

Após a administração ter dado permissão para produzir as peças para testes associadas às alterações do MA 37 (ver figura 35), decidiu-se produzir 5 cópias de cada uma das peças associadas às alterações. Ficou delimitado que após estas peças serem produzidas e estarem disponíveis para realizar a montagem, fosse convocada uma reunião com o responsável da Produção, o COO e a administração de forma a definir o plano de ação, que envolverá os testes e validações das alterações do produto, tanto na parte interna, Siroco, como também para garantir resultados positivos no lado do cliente.



***Figura 35- Produto MA 37 antes de sofrer alterações***

## **Plano de Ação**

Tendo todas as peças necessárias para avançar com os testes das alterações do *MA 37 PROTO*, ficou acordado por todas as partes, que será necessário montar e ensaiar o produto no espaço de 3 dias e analisar todos os problemas encontrados durante os testes. Por fim, durante o ensaio do *MA 37 PROTO*, será igualmente necessário registar todos os resultados obtidos e ainda garantir um controlo rigoroso dos mesmos, de forma a prevenir potenciais reclamações ou feedbacks negativos pelos clientes no futuro. Por fim o último passo do plano de ação irá envolver apresentar os resultados à administração da Siroco.

## **Montagem MA 37 PROTO**

### **Dia 1 de Testes**

No primeiro dia de testes, realizou-se inicialmente a montagem e após esta estar concluída, a meio do dia, encaminhou se o 'MA 37 PROTO' para a última operação, 'Ensaio MA 's'. De seguida, nas seguintes tabelas, serão descritas as análises obtidas das alterações realizadas com maior impacto no produto final, referindo os aspetos positivos/negativos e a respetiva ação a tomar.

**Tabela 5- Análise alt. 'Limiter Pin PROTO'**

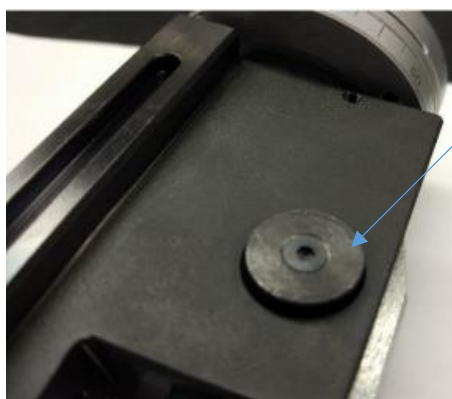
<b>'Limiter Pin'</b>		
<b>Conforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Perno M3x10</i> realizou adequadamente o contra aperto;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento do conjunto <i>Housing +Ram</i> OK.</li> </ul>
<b>Não Conforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Handle</i>: comprimento da peça demasiado comprido;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veio da solução alternativa excessivamente comprido.</li> </ul>
<b>Ação (em caso de não conformidade)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar alterações no desenho da peça por parte do Gabinete de Desenvolvimento;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar uma operação de corte aos veios, durante a montagem dos <i>MA's</i>;</li> </ul>

**Tabela 6- Análise alt. 'Insulation Crimp Stop'**

<b>'Insulation Crimp Stop'</b>		
<b>Conforme</b>	Interação ' <i>Insulation Crimp Stop PROTO</i> ' + novo parafuso OK;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento de novas cavilhas e pernos para efetuar fixação da posição da Micro Valve OK</li> </ul>
<b>Não Conforme</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas de montagem usadas não são adequadas para nova peça;</li> </ul>
<b>Ação (em caso de não conformidade)</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar ferramentas adequadas (por exemplo: pinça);</li> <li>• Alteração da rotina existente na <i>Op.'Montagem de MA's'</i></li> </ul>

**Tabela 7- Análise alt. Sistema "Contador de Ciclos+ 'Counterblock'"**

<b>Contador de Ciclos+ 'CounterBlock'</b>	
<b>Conforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contador: Peça de compra, de acordo com as especificações técnicas descritas na ficha técnica do artigo do fornecedor.</li> </ul>
<b>Não Conforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas na leitura de ciclos com a nova peça: 'Counterblock'</li> </ul>
<b>Ação (em caso de não conformidade)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aproximar contador à peça 'Counterblock' cerca de 0.2mm de distância (ver figura 36);</li> <li>Necessário alterar desenho da peça 'CounterBlock' no Gabinete de Desenvolvimento (reduzir espessura da peça).</li> </ul>



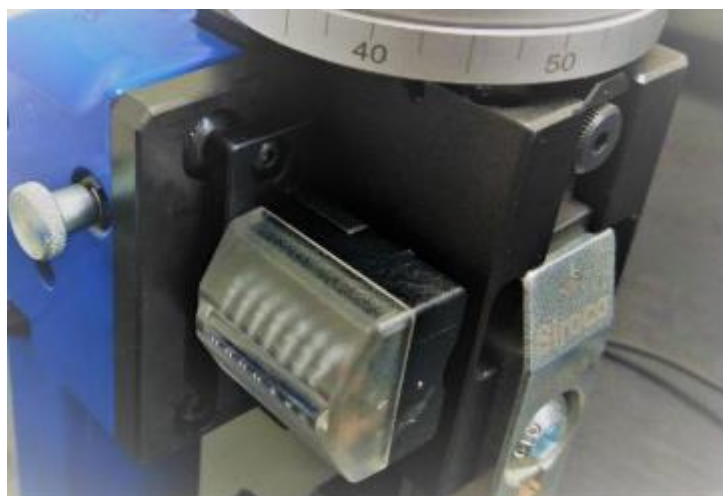
**Figura 36- 'Counterblock PROTO'**

## Ensaio

Da parte da tarde, realizaram-se diversos ensaios, com participação ativa de todos os colaboradores da operação em causa. Nestes ensaios surgiram apenas dois problemas relacionados com a ativação pneumática do produto e com a leitura ineficiente dos ciclos de cravação de terminais. Posto isto, os problemas irão ser descritos com mais pormenores de seguida, dando maior importância a ativação pneumática do produto, tendo em conta que este problema afetar diretamente na funcionalidade geral do produto.

### Problemas detetados:

- Uma das peças pertencentes ao conjunto da '*Ram*', designada por '*Cam*', estava numa posição irregular, comparativamente à posição da peça '*Ram*'. Esta peça é responsável pelo bom funcionamento das ligações pneumáticas do produto. Esta posição irregular resultou num mau funcionamento do *Feed Mechanism*, responsável pelo avanço da banda de terminais para cravações;
- '*Counterblock*' (leitura de ciclos) -> Ações corretivas necessárias:
  - Alterar peça '*Left Retaining Plate PROTO*' (necessário alterar posição dos furos, para obter boas leituras de ciclos de cravação);
  - Após alterar peça, obteve-se uma boa leitura de ciclos, sendo feita a leitura com referência à peça *Counterblock* e não à *Ram*, como previsto;
  - No final do dia de testes, decidiu-se afastar a posição do Contador comparativamente à peça '*Counterblock*', o que resultou novamente numa falha na leitura de ciclos de cravação;



**Figura 37-Limiter Pin PROTO; Left Retaining Plate PROTO e novo contador (ímã incorporado)**

## **Dia 2**

Após os problemas detetados e resolvidos no dia 1, o problema das ligações pneumáticas persistiu, associado à posição irregular da peça 'Cam'. Sendo assim, o colega do Gabinete de Desenvolvimento de Ferramentas envolvido neste projeto, participou ativamente na resolução deste conflito. Para isto, visualizamos em conjunto o funcionamento do MA, de forma a analisarmos posteriormente quais as possíveis causas da falha detetada. Após várias tentativas de diversas formas de atuação, em várias peças que poderiam estar associadas a este problema, detetou-se que o problema estaria situado na troca de sistema de aperto da 'Micro Valve' e não na peça 'Cam'. O sistema de fixação da 'Micro Valve' usado, como já referido anteriormente, é diferente comparando com o produto atual. Este sistema é composto por uma cavilha M3x16 e um perno M5x16. O problema residia na ativação da ligação pneumática que não decorria. Após termos analisados o estado das ligações pneumáticas; o dimensionamento dos principais componentes envolvidos, chegou à conclusão de que o problema vinha realmente da má fixação da 'Micro Valve'. Sendo assim, decidiu-se desmontar o sistema em causa (cavilha e perno) e verificou-se que a cavilha era demasiado comprida, levando a que fosse a cavilha a realizar a fixação da 'Micro Valve' em vez do perno. Ficou acordado então experimentar ensaiar novamente com o uso de uma cavilha M3x12 e com o mesmo perno (M5x16). Após a substituição da cavilha, o funcionamento das ligações pneumáticas tornou-se regular.



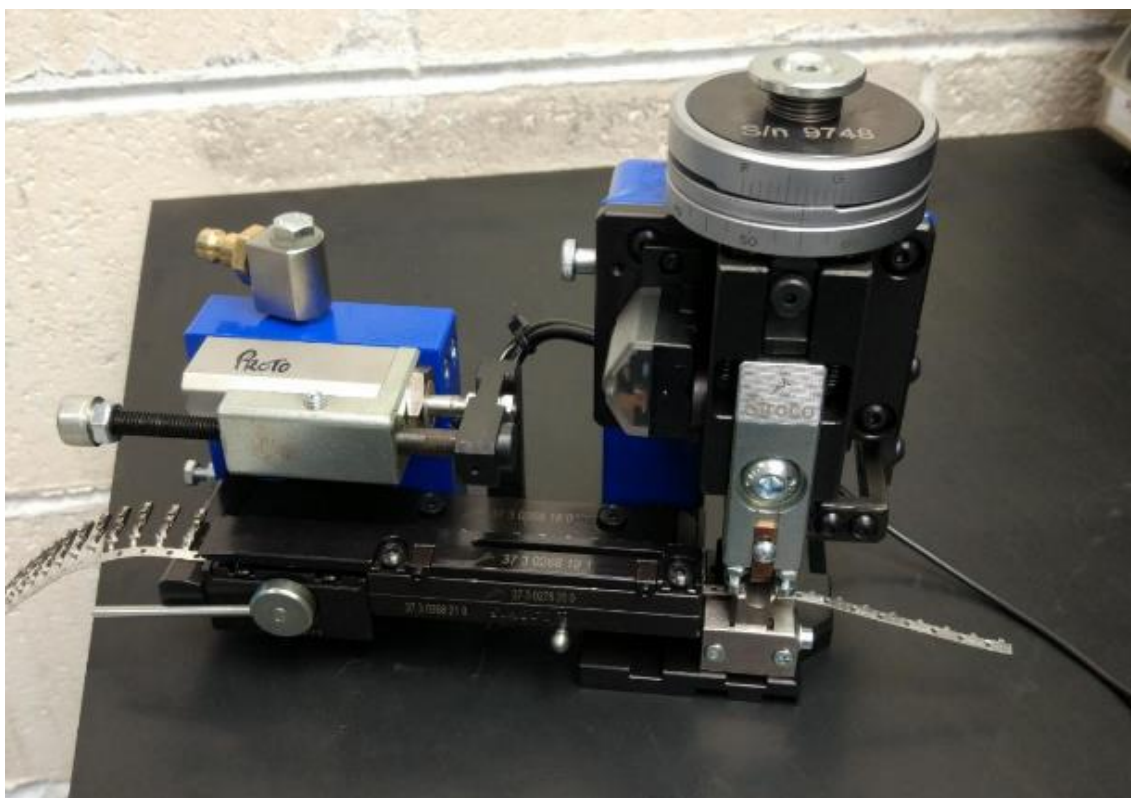
***Figura 38-Conjunto Housing+Ram após alterações***



### **Dia 3 (validação final dos testes pela Siroco)**

Neste último dia de testes, todas as pessoas envolvidas neste teste incluindo o Responsável de Produção, Diretor Executivo e a Administração, analisaram e discutiram em conjunto, os resultados obtidos e definiu-se igualmente o novo plano de ação, com vista na aprovação das alterações pela parte do cliente.

Tendo em conta que foram descritos e comentados todos os resultados obtidos, ficou decidido registar devidamente todas as alterações necessárias nas peças que originar os problemas nos testes, e realizar novos ciclos de cravação com todas as alterações realizadas de forma correta. Após estas terem sido formalizadas e realizadas, decorreu então o ensaio final do 'MA 37 PROTO' (ver figura 39) de forma bem-sucedida, registando mais uma vez os resultados de cravação obtidos.



**Figura 39-MA 37 PROTO**

#### 4.5-Análise Resultados Alt. MA 37: Conversão de operações subcontractadas para operações Siroco

Todos os resultados que serão apresentados foram estimados através das quantidades produzidas numa certa ordem de fabrico, que por sua vez está associada ao Sistema de Gestão de Informação Empresarial, no caso da Siroco, é utilizado o *software Primavera*. Estes resultados irão então comparar principalmente 2 tipos de KPI's usados nas empresas, tal como acontece na Siroco: Lead Times e Custos. No cálculo de resultados, tentou se manter como constante a dimensão do lote de fabrico, de forma a existir uma maior fiabilidade na comparação do uso de *operações produtivas subcontractadas vs operações produtivas 'Siroco'*. Todos os cálculos foram feitos com suporte às fórmulas descritas em cada um dos casos.

##### Formulação dos resultados obtidos

##### Cálculo de custos:

$$(1) \text{ Custo unitário/peça} = \frac{\text{Custos totais da peça}}{\text{Nº de unidades produzidas}} (\text{€})$$

$$(2) \text{ Custo total peça} = \text{Custo de materiais} + \text{Custos de Transformação} + \text{Encargos Gerais} (\text{€})$$

##### (3) Custo Operações convertidas

$$= \text{Custo de Op. Fresagem} + \text{Custo de Op. Serralharia} (\text{€})$$

Todos estes tipos de custos referidos em cima, foram obtidos através do ERP da empresa e em casos específicos, através da responsável de Compras. Em relação ao custo das operações, estes são obtidos com precisão, graças ao sistema de picagens obrigatório, para todas as ordens de fabricos, qualquer que seja a operação produtivo em causa.

$$(4) \Delta \text{custo} (\%) = (\text{Custo total da peça (ano 2018)}) / (\text{Custo total da peça (ano 2017)})$$

A fórmula apresentada em cima, corresponde ao resultado obtido após esta tentativa de conversão de operações para uma determinada peça.

## Cálculo *Lead Times*

Todos os tempos analisados estão apresentados em dias úteis de trabalho, tendo em conta que para estes casos analisados, não houve necessidade de recorrer ao trabalho em horas extras, considerando-se como dia útil igual a 8 horas de trabalho.

$$\text{Lead Time} = \text{Picagem de Op. } (X + 1) - \text{Picagem de Op. } X \text{ (dias úteis)}$$

Sendo X o tempo associado ao Lead Time pretendido,

$$\Delta \text{Lead Time} = \text{Lead Time (ano 2018)} - \text{Lead Time (ano 2017)}$$

A variação de Lead Time corresponde à variação dos prazos antes, no ano 2017 correspondente ao uso de operação subcontratada e depois da conversão para operações internas, no ano 2018.

$$(5)\Delta \text{custo (\%)} = \left( \frac{\text{Custo total da peça (ano 2018)}}{\text{Custo total da peça (ano 2017)}} * 100 \right) - 1$$

$$\Delta \text{Lead Time (\%)} = \left( \frac{\text{Lead Time 2018}}{\text{Lead Time 2017}} * 100 \right) - 1$$

No caso da variação dos Custos e *Lead Times*, os resultados irão ser apresentados de forma percentual e aproximada com duas casas decimais, através das fórmulas presentes em cima, para futura análise em relação ao cumprimento dos objetivos definidos inicialmente no projeto.

Na tabela seguinte, irão ser apresentados os resultados referentes às peças: *Terminal Support Block*; *Ram*; *Feed Mechanism Plate* e *Drag Support*.

**Tabela 8- Resultados da conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Operações Produtivas Internas**

Peça	Ano (2017/2018)	Lote de Produção (uni)	L.T. Ops. Conv. (dias)	L.T Total (dias)	$\Delta$ custo (%)	$\Delta$ Lead Time (%)
<b>T.S.B comp.1</b>	2017	150	8	35	-13.22%	+5.71%
	2018	105	10	37		
<b>T.S.B comp.2</b>	2017	200	11	24	+9,52%	-25.00%
	2018	232	8	18		
<b>Ram</b>	2017	188	5	19	+9,72%	+147.37%
	2018	102	13	47		
<b>Feed Mech. Plate</b>	2017	100	23	43	-41.84%	-51.16%
	2018	103	19	21		
<b>Drag Support</b>	2017	200	14	26	+17.35%	-19.23%
	2018	200	15	21		

No caso da peça *Ram*, é notável um elevado aumento de Custos e *Lead Times*, isto devido à 'Ram' ter sido pela primeira vez produzida internamente, nas operações de *Fresagem* e *Serralharia*, havendo várias fases de ajuste, de forma a obter a peça acabada de forma certa, eliminando assim qualquer tipo de potenciais riscos ou falhas nas operações seguintes. No entanto, estima-se que nos próximos lotes de fabrico, os tempos e custos envolvidos irão reduzir, devido à técnica de fabrico já se encontrar aperfeiçoada nesta altura.

De uma forma geral, todos os casos analisados, exceto a produção da peça 'Ram', que é demorada e complexa, serão viáveis de se sujeitarem à transformação de operações subcontratadas para operações produtivas 'Siroco'. O caso que mais se destacará nessa conversão, será a peça 'Feed Mechanism Plate', que obteve reduções de Lead Times/ Custos Totais de Produção bastante acentuados, a rondar os 50% nos dois tipos de indicadores. Em caso de necessidade de produzir as peças referidas com maior rapidez, tendo em conta o *Know-How* existente na Produção 'Siroco' e da sua enorme flexibilidade, deverá se usar exclusivamente o serviço de operações subcontratadas, em caso de imprevistos / necessidades repentinas de redefinir o planeamento produtivo interno, por exemplo, para produção de outro tipo de produtos.

#### **4.6-Análise de resultados: Produto 'MA 37'-> Produto 'MA 37 Proto'**

O modelo ensaiado nesta fase de testes, foi o modelo mais complexo e com maior probabilidade de falhar, no caso do produto 'MA 37'. Mesmo assim, os resultados foram bastante positivos, transmitindo também segurança em todos os restantes modelos menos exigentes em relação à satisfação dos clientes.

Após obter um *feedback* positivo das validações das alterações ao produto liderada por mim e pela administração da empresa, irei realizar uma estimativa dos possíveis ganhos no ano 2019, caso sejam implementadas de forma imediata as alterações, calculando os possíveis ganhos, com base nas vendas do ano 2017; 1º semestre de 2018 e as previsões de venda de *MA's 37* que a Siroco tem validadas até ao final do ano. Após calcular e discutir estes assuntos com a Área Comercial, Planeamento e a Administração, obtive um número de *MA's 37* vendidos/ano a rondar as 1000 unidades, em média. Por outro lado, as previsões de vendas têm subido consideravelmente, após o ano 2016, que por sinal, também foi o ano em que se alterou o *ERP* usado na *Siroco*. Os seguintes resultados, serão estimados através da produção de um lote de

produção das peças alteradas semelhante aos atuais lotes de produção das respetivas peças, de forma a garantir a veracidade dos resultados.

Posto isto, após análise do *ERP* da empresa, obtêm-se os seguintes resultados:

**Tabela 9- Nº de MA's 37 vendidos em 2017/2018**

	<b>Ano 2017</b>	<b>Ano 2018</b>
<b>MA's vendidos</b>	1200	900
<b>Previsão de vendas MA</b>	-	200
<b>Total</b>	1200	1100

Para o ano 2018, conforme a tabela acima, até ao término do estágio, existe um registo de 900 MA's 37 vendidos. No entanto, após contactar a Área Comercial, existe também no mínimo, uma encomenda de 200 MA's 37 prevista com certeza dada pelo cliente envolvido, para expedir até ao final do ano. Sendo assim, existe um total de 1100 unidades planeadas para produzir e expedir até ao final do ano 2018.

Após obter estas informações, realizei então uma análise de custos com bases nos registos do *ERP* da *Siroco*, respetivamente a custos totais de produção do produto 'MA 37'. Irei começar primeiro com uma análise de comparação de custos de produção entre o ano 2017 e o ano 2018 e por fim, uma análise de custos referente aos componentes estudados e que serão alterados no futuro.

De forma a ser possível calcular o custo do MA 37 após as implementações das alterações estudadas neste projeto, foi necessário estudar os custos reais das peças alteradas, fundamentados por registos reais no *ERP* referentes ao ano 2017 e 2018. Após obter estas informações, estimei as reais reduções de custos de produção do MA 37 entre o ano 2018 e o próximo ano, em que possivelmente estarão já implementadas as alterações.

**(6) Diferença Custo total MA 37 (%)**

$$= \{ [Custo\ total\ MA37\ (ano\ 2018)] / [Custo\ total\ MA\ 37\ (ano\ 2017)] * 100 \} - 1 \approx -5.40\%$$

Com isto é possível afirmar que a produção de 'MA's 37' no ano 2018 comparativamente ao ano anterior, foi 5,4% mais económica.

Após analisar os resultados globais do produto MA 37, irá de seguida, ser analisado os resultados associados às alterações do produto estudadas.

### ***‘Limiter Pin’***

No caso do *‘Limiter Pin’*, através da substituição por um sistema mais simples, tanto a nível de produção como de montagem, é estimada uma redução de custos materiais a **rondar os 40%**. Possivelmente irão surgir mais reduções de custos associados à produção deste conjunto, mas não foi possível analisar com clareza, de forma que estas reduções de custos não serão incluídas neste projeto.

### ***‘Left Retaining Plate PROTO’***

Na peça *‘Left Retaining Plate PROTO’*, após estudar as alterações desta em conjunto com o departamento de desenvolvimento; preparação e por fim com os principais responsáveis na produção, chegaram-se aos seguintes resultados:

- *Matéria-Prima*: Como o resultado final da peça foi simplificado, é possível consumir metade da matéria-prima usada na atual realidade da empresa. Sendo assim, estimou-se uma redução de custos da matéria-prima à volta de 50%.
- *Op. ‘Fresagem’*: Com a simplificação da peça, através da eliminação de uma aba para suportar o contador, é possível reduzir em 50% o tempo de maquinação desta peça. Isto é possível, devido à redução de fases de maquinação: de 2 fases para apenas 1 fase. Atualmente os custos associados à *Op. ‘Fresagem’*, são proporcionais ao tempo registado de maquinação, ao que leva a uma redução de custos da operação de aproximadamente 50%. Após analisar os custos totais associados a esta peça, foi possível concluir que a redução de custos após a implementação desta alteração, rondarão os 47%.

### ***‘Shouldered Screw’***

Neste caso, a análise de resultados foi quase imediata, devido à substituição de uma peça produzida para uma peça de compra. Posto isto, após analisar os custos atuais da produção, e o custo real da peça de compra estudada, estima-se uma provável redução de custos totais a rondar os 65%. É importante salientar que esta redução se tornou possível pelo simples fato de se utilizarem soluções complexas para uma simples função de aperto, quando esta mesma será possível com uma simples solução disponível no mercado, com custos associados muito mais competitivos com os atuais custos da peça usada para montagem dos *MA’s 37 na Siroco*.

### ***‘Special Screw’***

Os resultados obtidos nesta alteração são semelhantes ao caso anterior, em que apesar do sistema usado ser ligeiramente mais complexo comparativamente com o usado na atualidade, traz os mesmos resultados técnicos, mas com custos totais associados bastante mais reduzidos. Através da substituição, mais uma vez, de uma solução maquinada por uma solução de compra, consegue se obter efetivamente uma redução nos custos associados a este sistema a rondar os 92%.

### ***Sistema: Contador e ‘Suporte Contador’***

De forma a aumentar a satisfação dos clientes com o produto *MA 37*, foi analisado que seria necessário no futuro, alterar o tipo de contador. Ou seja, trocar um contador sem íman incorporado, em que o íman é anexado à *Ram*, por um contador com um íman incorporado, em que a leitura dos ciclos será executada por um componente mecânico, por sua vez anexada à peça ‘*Ram*’, que terá de conter uma elevada resistência mecânica. Isto resultará num ligeiro aumento de custos totais respetivos a estes 3 componentes, a rondar os 2,6%. No entanto, com a implementação desta alteração, um dos problemas frequentes neste produto será erradicado, relacionado com a danificação do íman, ao longo do uso do produto no cliente. Estes produtos, normalmente, têm um ciclo de vida a rondar a 1 milhão de ciclos, em que após este ciclo de vida, é apenas necessário adquirir algumas ‘*spare parts*’, nomeadamente alguns componentes de precisão, para que o produto continue a produzir em série, sem variações durante o processo.

Resumindo todos estes resultados, comparando aos atuais custos totais de produção dos *MA’s 37*, obtêm-se a seguinte redução de custos:

$$(7) \Delta_{custo} (\%) = \left( \frac{\sum(\Delta x + \Delta y)}{Custo\ total\ MA\ 37} * 100 \right) \approx -5,80\%$$

Em que  $\Delta x$  são os benefícios monetários obtidos através da implementação de alterações no produto *MA 37* e  $\Delta y$  os custos acrescidos para garantir um aumento de satisfação dos clientes.

Por outro lado, simularei os possíveis custos médios de produção de um ‘*MA 37*’ após alterações, com base em dados reais obtidos no ERP no decorrer do projeto. Com base nesses dados, irei realizar uma comparação de custos totais de produção de um *MA 37*, confrontando os custos totais antes do período do meu estágio e com base nos custos atuais de produção do *MA 37*:

$$(8)\Delta_{\text{custo MA 37}} (\%) = \left( \frac{\text{Custo total MA 37 PROTO}}{\text{Custo total MA 37}} * 100 \right) \approx -10,91\%$$

Este valor está próximo do valor definido inicialmente como um dos objetivos do projeto, que é de 15% de redução de custos associados à produção do produto 'MA 37'. Por outro lado, se estas alterações forem validadas pela *Siroco* e pelos clientes até ao final do ano 2018, em conjunto com a eliminação dos respetivos *stock's* das peças alteradas no mesmo período e por outro lado, as previsões de encomendas de 'MA 37' se mantiver ao mesmo nível, que atualmente, é o que se espera com grande certeza, consegue-se então obter uma poupança real, a rondar os 60000€ num espaço de um ano. Ou seja, num espaço de um ano após as alterações serem realmente implementadas no processo produtivo do 'MA 37', é possível obter uma margem de lucro superior neste produto e em simultâneo, o produto será mais competitivo no mercado internacional.

### **Análise geral dos resultados obtidos no projeto**

Numa última análise, antes da realização deste projeto, eram notáveis os desafios na Produção, em se ajustar às alterações do Planeamento de Trabalhos e nas próprias operações produtivas, era igualmente notória a falta de rotinas para tornar as mudanças repentinas exequíveis de forma eficiente. Após este projeto, foi possível melhorar a produtividade da Operação 'Eletroerosão a fio', permitindo obter um melhor tempo de resposta às súbitas mudanças de ordem de trabalhos a realizar. Por outro lado, obteve-se melhorias bastante satisfatórias na operação *Bottleneck* do processo produtivo do 'MA 37', através duma melhor troca de informações entre o Gabinete de Desenvolvimento e a operação. No entanto, as atividades que obtiveram melhores resultados, no âmbito de cumprir os objetivos do projeto, foram as atividades relacionadas com a conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Operações Produtivas Internas e as alterações no produto 'MA 37'. Estas duas atividades em conjunto, permitiram que se fosse possível aproximar do objetivo definido com a redução de custos, que foi estipulado de forma ambiciosa em 15% e através deste projeto, consegue-se obter uma redução de aproximadamente 11%, em condições reais. No entanto, em relação ao objetivo relacionado com a redução de Lead Times do produto 'MA 37', somente se conseguiu obter reduções de Lead Times na produção do 'MA 37' em si. No entanto, devido aos ensaios de os MA's só serem possíveis no momento em que se reúnem todas as especificações técnicas por parte do cliente e quando este fornece o terminal associado ao MA, este objetivo não se conseguiu cumprir. Após análise do ERP no instante inicial do projeto, e após conclusão do mesmo, conseguiu-se verificar que apenas nos primeiros meses do ano 2018, obteve-se uma redução de aproximadamente 30%. No restante período do projeto, este reduziu



comparativamente ao ano 2017, mas de forma pouco significativa. No entanto, a Siroco, de forma a responder a este desafio, concluí que seria melhor adaptar o modelo de negócio num futuro próximo, especialmente no contacto comercial, de forma a se obter os materiais e informações do cliente, de forma mais fluida e eficiente. Globalmente, todos os resultados obtidos na empresa durante a realização do projeto, permitirão investir no futuro, mais recursos nas diversas estruturas da empresa, de forma a melhorar continuamente o modelo de negócio e por outro lado, irão promover um crescimento mais acentuado e sustentável da empresa.



## **Capítulo 5-Fim do Projeto: Fase *Check;Act&Plan***

Neste capítulo estarão presentes as limitações existentes durante a realização deste projeto e conclusões gerais das atividades com mais impacto no processo de negócio da empresa. Por outro lado, será terminado o ciclo PDCA, ligado a um novo ciclo através do Planeamento de futuros projetos.

## Capítulo 5-Fim do Projeto: Fase *Check;Act&Plan*

### 5.1-Limitações e Futuros projetos

De uma forma geral, é possível afirmar que o projeto decorreu de acordo com o esperado, apesar de alguns imprevistos, especialmente na implementação da ferramenta ‘SMED’ na Op. ‘Eletroerosão a fio’. Isto devido à escassez da matéria prima necessária para a produção dos acessórios de *setup*. Tendo em conta o elevado *Lead Time* de entrega da mesma do único fornecedor dessa específica matéria prima, a atividade acabou por se atrasar, impossibilitando a realização da comparação de resultados, antes e depois da implementação do ‘SMED’.

Nas restantes atividades, tudo decorreu dentro do previsto, apesar de não ter sido possível, por exemplo, aplicar os 5’s de uma melhor forma, visto que não houve disponibilidade da empresa para validar alterações do processo, no âmbito de normalizar algumas rotinas de trabalho, de forma a conduzir a um aumento da eficiência do mesmo.

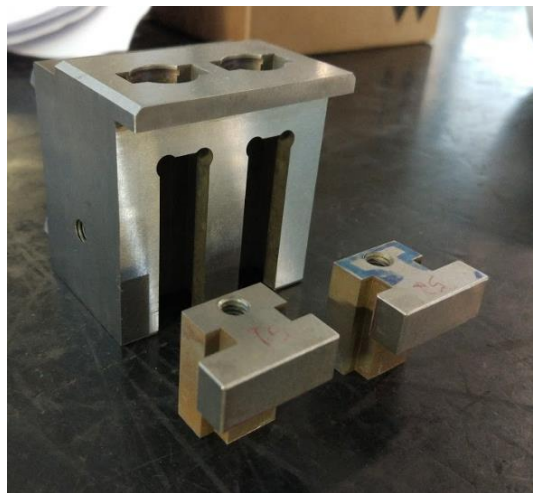
Ao nível dos dados necessários e usados para chegar a conclusões fundamentadas e reais, foram obtidos principalmente a partir do sistema de picagens de trabalhos e consequentemente dos dados gerados no ERP da empresa, obtendo ao mesmo tempo todo o suporte necessário dos responsáveis do Planeamento na *Siroco* para realizar cálculos com estimativas aproximadas da realidade da empresa.

Ao longo do projeto destacaram-se algumas complicações associadas à produção dos ‘MA’s 37’ e mesmo de outros produtos, por exemplo os equipamentos industriais, que levaram à necessidade de formar um plano para atuar num futuro próximo. Os problemas estão então principalmente relacionados com o elevado *Lead Time* dos brutos de fundição dos três principais componentes do *MA 37*, entre eles a ‘*Ram*’ e o ‘*Housing*’ e por outro lado, à difícil adaptação perante ao surgimento de alterações necessárias nos equipamentos industriais, seja por motivos internos relacionados com a produção dos mesmos, ou a pedido dos clientes durante o processamento das encomendas realizadas pelos mesmos. Ficou então definido como futuros trabalhos a análise de alternativas aos brutos de fundição e terminar as atividades relacionadas com a produção de acessórios da Op. ‘Eletroerosão a fio’ (ver figura 40). No caso da análise de alternativas para os brutos de fundição, há duas abordagens possíveis:

- Fornecedor alternativo de brutos, com o mesmo processo de fundição: Fundição em Cera Perdida;
- Desenvolvimento de uma nova liga metálica.

O primeiro caso, já tinha sido abordado durante o período de estágio, no entanto, não era possível encontrar nenhuma alternativa, tendo em conta o tipo de material que é usado nos brutos de fundição.

Por outro lado, seria vantajoso, encontrar uma alternativa à matéria prima usada atualmente, com características e propriedades semelhantes, que não afetasse o devido funcionamento dos 'MA's 37'. Sendo assim, esta nova liga metálica, poderia ainda permitir a existência de novas características nos produtos, tal como o redesign do produto, permitindo de forma complementar, a que também facilitasse o processo produtivo restante, tornando o produto mais competitivo nos mercados atuais e futuros mercados em que a Siroco atuasse.



***Figura 40-Acessórios alterados semiacabados:  
Erosão***

## 5.2-Conclusões

Após terem sido analisadas e implementadas diversas melhorias tanto no processo produtivo como no produto final (MA 37), pode se concluir que o projeto foi encerrado com êxito, apesar de não ter sido inteiramente completado. Em relação aos objetivos definidos inicialmente, relacionados com os Lead Times e Custos associados ao processo produtivo do produto MA 37, é possível afirmar que apesar de os objetivos não terem sido alcançados totalmente: 15% de reduções de custos e 50% de redução de Lead Time total da produção do MA 37, verificaram-se resultados bastante positivos, tendo em conta a diversidade de áreas onde se atuou.

A nível quantitativo, pode-se dizer que os resultados se obtiveram maioritariamente através das alterações no produto MA 37, e por outro lado, na conversão de operações produtivas subcontratadas para operações produtivas internas à empresa.

A nível quantitativo/ qualitativo, um dos grandes resultados obtidos durante o projeto, obteve-se através da implementação da filosofia 5's e do grande espírito de equipa dos colaboradores na Op.' Ensaios de MA's'. Conseguiu-se atingir uma redução de 30 min para 5min, nos casos mais complexos, em busca de informação correta do tipo de materiais a usar nos mesmos ensaios, através de uma maior compreensão do processo pela parte dos colaboradores e através de uma melhoria na troca de informações entre o Gabinete de Desenvolvimento e a Op.' Ensaios de MA's'.

Isto tudo, leva a compreender que os principais desafios das empresas, tal como esta, na área de Inovação e Tecnologia, estão relacionados com a junção de informações importantes, de forma a todo o modelo de negócio ser ágil e eficiente, para acompanhar as diversas e repentinas mudanças exigidas pelos mercados, que por sua vez, são mais competitivos e variados.

## **Referências Bibliográficas e Anexos**

Neste capítulo estarão presentes as referências científicas usadas no capítulo 2 e alguns dos documentos de apoio para a realização e análise do projeto referido neste documento, nomeadamente alguns dos *plannings* gerados através da ferramenta de trabalho '*Microsoft Project*', usado frequentemente durante o projeto

## **Referências bibliográficas**

Hammer, M. & Stanton, S. 1999. "How process enterprises really work." Harvard Business Review

Liker, Jeffrey K. (2004). "The Toyota way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer", Publisher McGraw-Hill Professional (U.S.A.).

Womack, James P., Jones, Daniel T. e Roos, Daniel (1990). "The Machine That Changed the World", Rawson Associates, New York.

Cox, Jeff e Goldratt, Eliyahu M. (1986). "The goal: a process of ongoing improvement", North River Press. ISBN 0 88427-061-0.

Womack, James P. e Jones, Daniel T. (1996). "Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation", Free Press, New York.

Ohno, T. (1988). "Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production", Productivity Press, New York.

Liker, Jeffrey K. e Morgan, James (2006). "The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology", Taylor & Francis.

Bell, S. C., e Orzen, M. A. (2011). "Lean it Enabling and Sustaining Your Lean Transformation", New York: Productivity Press.

Monden, Y. (1983). Toyota Production System Georgia: Institute of industria Engineers.

Masaaki Imai (2012). "Gemba Kaizen – A commonsense approach to a continuous improvement strategy, Second Edition", USA, McGraw Hill.

Meredith, Jack R. e Mantel, Samuel J." Project Management: a managerial approach", John Wiley & Sons, Inc.

Oliveira, J., Sá, J.C. e Fernandes, A. (2017). "Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company", Manufacturing Engineering Society International Conference 2017, MESIC 2017, 28-30 June.

Bendell, Tony (2005). "Structuring Business Process Improvement Methodologies", Total Quality Management Vol. 16, No. 8–9, 969–978, October–November 2005.



Maurer, Rick. (2005). Stop me before i Kaizen again (quality standards). The Journal for Quality and Participation, 28(2), 37.

Masaaki Imai (2012), "Gemba Kaizen – A common sense approach to a continuous improvement strategy, Second Edition", USA, McGraw Hill

F C Filip and V Marascu-Klein 2015 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 95 012127

**Anexo 1: Planeamento previsto de atividades a realizar durante estágio curricular**

<b>Planning. Previsto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Notas</b>
<b>15 novembro a 23 de dezembro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação na área de planeamento, incluindo uma aprendizagem através da utilização do <i>ERP</i> da empresa (<i>PRIMAVERA</i>). Através do processo de Planeamento, foi possível obter/absorber um maior conhecimento sobre os componentes dos <i>MiniAplicadores</i> e de todos os pormenores associados à sua produção e gestão.</li> <li>• Conhecimento e algum acompanhamento de todos os processos de negócio da empresa: Dep. Comercial; Dep's. de Desenvolvimento; Dep. de compras; Dep. de Preparação e Planeamento; Produção; Armazém de Stocks (A1); 'Montagem/Ensaio de <i>MA's</i>,'</li> <li>• Acompanhamento final da produção de alguns componentes de um <i>MiniAplicador</i> em fase de protótipo; e da sua montagem.</li> </ul>	Todas as Áreas da <i>Siroco</i> envolvidas ( <i>Produção, Planeamento, Compras, etc.</i> )
<b>4 janeiro a 31 janeiro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento mais acentuado dos processos produtivos incluindo: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Operação de corte/ armazém de matérias-primas;</li> <li>➤ Centros CNC;</li> <li>➤ Fresagem;</li> <li>➤ Serralharia;</li> <li>➤ Granalhagem;</li> <li>➤ Retificação;</li> <li>➤ Eletroerosão a fio;</li> </ul> </li> </ul>	Após o acompanhamento dos vários processos/operações, o orientador da parte da empresa sugeriu realizar uma análise SWOT de cada um deles, a fim de realizar então uma futura lista de sugestões de melhorias a implementar em cada um deles, de forma a torná-los mais eficientes.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Armazém A1 (logística/ stocks de peças);</li> <li>➤ Montagem;</li> <li>➤ Ensaios;</li> <li>➤ Metrologia;</li> <li>➤ Expedição.</li> </ul>	
<b>1-13 de Fevereiro</b>	<b>Avaliação das melhorias apresentadas ao orientador responsável e escolha das melhorias a implementar. (Fase final do <i>Plan</i>).</b>	Administração/orientador envolvido
<b>13 de fevereiro a 2 de Março</b>	<p><b>Análise e melhoria dos setups na operação da Eletroerosão a fio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinação do tipo de setups através da metodologia SMED;</li> <li>• Avaliação se as prensas usadas para setups podem ser recuperadas ou se é necessária adquiri las ou produzi las internamente;</li> </ul> <p><b>Análise de tempos nos controlos dimensionais das peças</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar a necessidade de aquisição de um equipamento de controlo na operação da Eletroerosão a fio, através de uma medição de tempos de deslocações realizadas pelo operador ao longo de um turno;</li> </ul>	Controlo dimensional de peças em produção associado à rotina da op. 'Eletroerosão a fio'
<b>5 a 16 de março</b>	<p><b>Análise de possíveis alternativas de fornecedores de peças standards, para redução do custo de produção dos MA's</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção das peças standards dos MA's 37 (explosão do produto, identificar peças de compra);</li> <li>• Cálculo de custo por peça.</li> <li>• Tipificação das peças de modo a estabelecer uma sequência de prioridade na prospeção de fornecedores alternativos e/ou optar por soluções menos robustas e sofisticadas, mas que cumpram os requisitos de funcionalidade/qualidade do cliente.</li> </ul>	Áreas de Compras e Engenharia envolvidas

<b>18 de março a 6 de abril</b>	<b>Otimização ao nível do produto:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das principais peças estruturais não funcionais dos MA's 37,</li> </ul>	Área de Engenharia envolvida
<b>9 de Abril a 11 de Maio</b>	<b>Melhoria dos 5'S nas op's de montagem/ensaio de MA's:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação ferramenta 5's Ensaio MA;</li> <li>Otimização Layout Op. Ensaio MA</li> </ul>	Área de Produção envolvida
<b>14 a 25 de maio</b>	<b>Análise e seleção da prospeção das alternativas de fornecedores de peças dos MA's</b>	Áreas de Compras, Engenharia e Administração envolvidas
<b>28 de maio a 15 DE julho</b>	<b>Revisão, Monitorização e atuação nas melhorias implementadas (Fases Do; Check&amp;Act do ciclo PDCA).</b>	

**Anexo 2: Análise SWOT do processo produtivo 'Siroco'**

	<b>Problemas identificados</b>	<b>Melhoria a implementar</b>
<b>Corte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matérias-primas não estão identificadas;</li> <li>• Operador desperdiça tempo a deslocar se até à serralharia para retirar rebarba das peças cortadas;</li> <li>• Má organização das peças que vão ser enviadas para subcontratação (matéria prima);</li> <li>• Colaborador tem que realizar posições e movimento menos ergonómicos no manuseamento de algumas matérias-primas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação das matérias-primas e suas respetivas dimensões;</li> <li>• Adicionar as ferramentas necessárias ao posto de trabalho do operador no âmbito de este realizar a extração de rebarbas sem ter de se deslocar a outro posto de trabalho;</li> <li>• Em relação as peças enviadas para subcontratação, haveria de existir uma separação por exemplo situada numa prateleira, em que estivesse presente a identificação das empresas responsáveis pelas operações a que as peças se encontram destinadas. Para que isso fosse possível acontecer, seria necessário que viesse descrito nas O. F's a descrição da empresa subcontratada escolhida pelo departamento de compras, ou então anexado mais tarde um documento em que tais características estivessem presentes.</li> <li>• Aquisição de uma ponte móvel/braço, para facilitar o manuseamento de matérias-primas mais pesadas ao operador;</li> <li>• Peças que vão para subcontratação, tanto as pertencentes à operação de corte, como de qualquer outra operação, poderiam ser armazenadas todas na mesma localização (por exemplo na expedição), com as descrições das empresas subcontratadas como já foi referido anteriormente;</li> </ul>

<b>CNC/fresagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixação das peças nas fresadoras realizada de forma rudimentar;</li> <li>• Sequência de operações a fresagem de um tipo de peça não estão definidas;</li> <li>• Uso incorreto e sem autorização de algumas máquinas do setor da fresagem por colaboradores exteriores à operação;</li> <li>• Mau funcionamento duma das fresas verticais (não executa avanços rápidos nem realiza leitura das cotas no eixo X no ecrã digital;</li> <li>• Falta de espaço para organização dos trabalhos a planear pelo chefe da operação da Fresagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de mesas de trabalho mais versáteis ou ferramentas auxiliares complementares da mesa de trabalho que auxiliam a uma boa fixação das peças na fresadora vertical;</li> <li>• Necessidade de criar uma folha de instruções da operação para cada tipo de peça;</li> <li>• Proibição de colaboradores exteriores à operação de usarem as respetivas máquinas, ou então ser necessário um registo do uso das máquinas em que sejam incluídas informações com a identificação do operador; duração de uso; e motivo de uso das máquinas;</li> <li>• Substituição da fresadora vertical que não executa avanços rápidos e leitura das cotas no eixo X no ecrã digital;</li> <li>• Setups para posicionamento de peças seguintes ser simplificado: adquirir prensas por exemplo como na erosão;</li> <li>• No lado dos CNC'S, visto ser onde o chefe se encontra mais tempo presente, criar um armário ou prateleiras, um dos casos, que tenha as dimensões necessários para o chefe ter possibilidade de organizar as O.F.'S e respetivas peças por obras, ou de outra forma que ele desejar.</li> </ul>
<b>Eletroerosão a fio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaborador perde tempo em movimentações até à operação de retificação para controlo de cotas das peças;</li> <li>• Inexistência de prensas conformes para o uso na realização dos setups na troca do tipo de peças.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de uma máquina de controlo de cotas para colocar no posto de trabalho, em vez de o operador se deslocar para a operação da retificação;</li> <li>• Disponibilidade de mais prensas, para facilitar troca de setups.</li> </ul>
<b>Granalhagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granalhagem quase nunca é contabilizada a nível de tempo usado de forma real, sendo por muitas vezes uma operação 'fantasma', em</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização da furação das peças após a Granalhagem, de forma a se poder poupar um certo tempo considerável na</li> </ul>

	<p>que não são contabilizados recursos (luvas, pó usado, tempo de operador usado, etc.) e tempo gasto;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perca de tempo a 'tapar' as roscas das peças, no caso de estas conterem roscas;</li> <li>• Operação de Granalhagem nem sempre está presente nas O.F's, não sendo possível contabilizar os recursos e tempo gastos na Granalhagem de forma coerente e válida</li> </ul>	<p>etapa de colocação de parafusos nas rocas, para não entrar pó para as mesmas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Na bancada onde fosse realizada a furação das peças, convinha que esta fosse constituída por um material que não criasse choques nem riscos nas peças lá colocadas ou que lá embatessem;</li> <li>• Implementação de uma operação/picagem de logística, que tanto poderia ser feita pelo armazém A1 (Filipe), ou no caso de este não ter tempo para tal, ser feita pela gravação a laser. Só depois no momento da realização da operação da Granalhagem, seriam picadas as peças. Com isto seria possível saber ao certo o tempo total de operação, e os recursos gastos ao certo;</li> <li>• No caso de peças que não tenham na O.F. a operação de Granalhagem, mas em que se realizam na mesma a operação em causa, deveria ser adicionada essa operação na preparação, para também controlar melhor o tempo e recursos gastos na operação.</li> </ul>
<b>Gravação a laser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distância focal calculada com uma vareta que pode induzir em erro, podendo vergar;</li> <li>• Laser descalibrado, sendo necessário retificar as cotas das peças no software;</li> <li>• Por vezes o laser 'treme' durante a operação, tornando as peças não conformes;</li> <li>• Centragem das peças feita de forma manual, a "olho";</li> <li>• No caso de SA's e de algumas outras peças, operador tem que picar logo a operação de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No caso da medição da distância focal das peças em relação ao laser de gravação, poderia ser feito com o auxílio a um laser, de forma a obter uma maior precisão, para que as gravações não fiquem desfocadas ou mesmo até, em alguns casos, situadas fora das peças;</li> <li>• Em relação às picagens, mesma sugestão do que na operação da Granalhagem;</li> <li>• Em relação à calibração do laser e de este 'tremar' por vezes, realizar uma calibração e manutenção da máquina de forma periódica, por exemplo mensal;</li> <li>• No que toca à centragem das peças na gravação, poderia se usar um método mais automatizado, em que fosse</li> </ul>

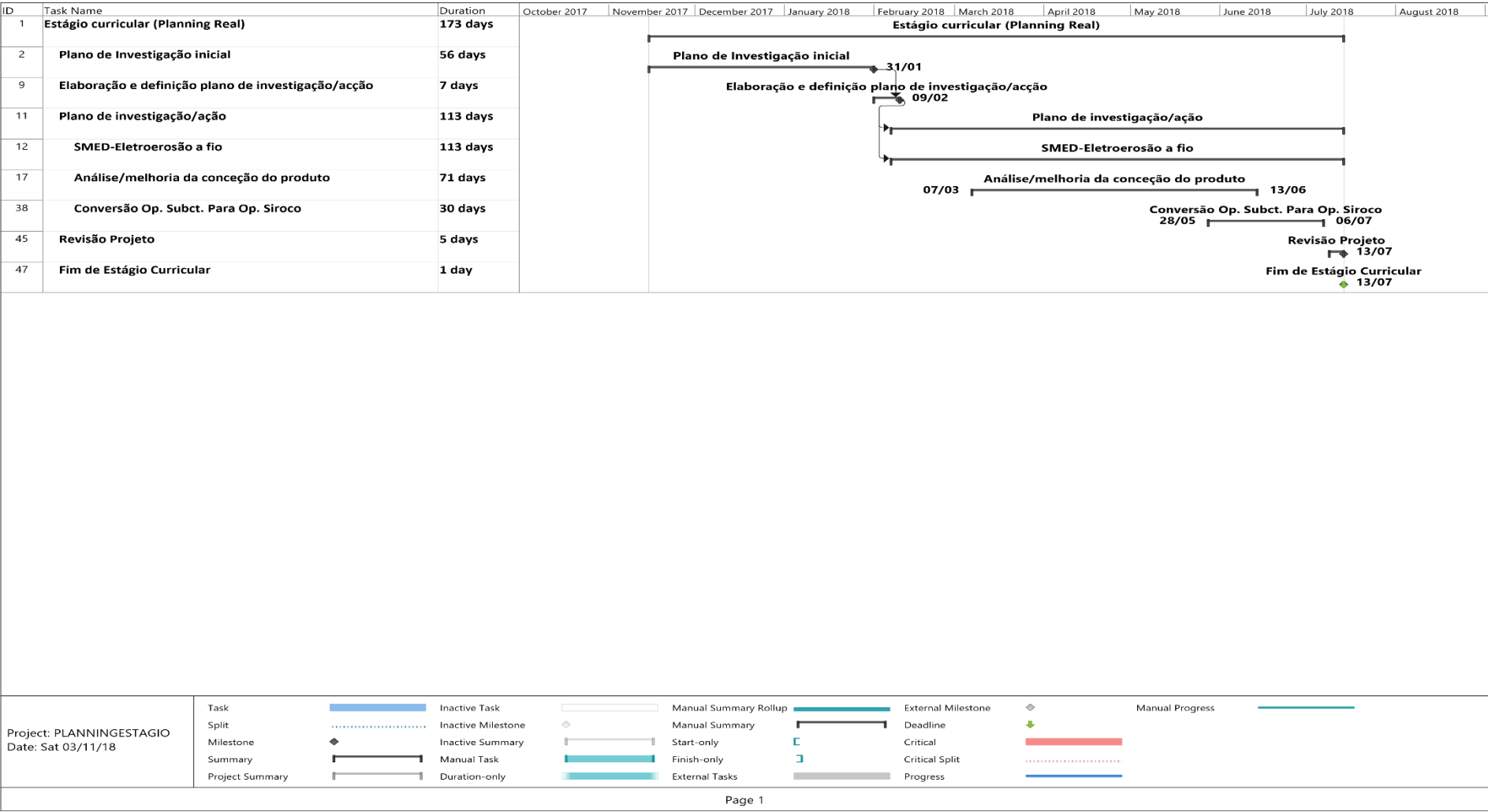
	Granalhagem devido ao fato de não existir operação de logística no armazém A1.	calculado automaticamente o centro da peça através das cotas e desenho inserido no software (alteração, ou acrescentar funcionalidade do software).
<b>Serralharia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Má organização do layout do posto de trabalho da serralharia, levando a movimentações desnecessárias por parte do colaborador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquinas de furação poderiam estar localizadas mais próximas, ou mesmo junto à bancada de trabalho do operador e da máquina de rosca, de forma o operador não perder tanto tempo em deslocações dentro da operação.</li> </ul>
<b>Retificação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operador não consegue realizar várias picagens de abertura em simultâneo que estejam relacionadas ao seu id de operador;</li> <li>Perca de tempo em setups na máquina que tanto faz retificação cilíndrica ou plana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criar uma alteração no software PRIMAVERA, de forma a possibilitar a várias picagens abertas ao mesmo tempo, que estejam alocadas a um operador;</li> <li>No caso da máquina que tanto faz retificação cilíndrica ou plana, adquirir outra máquina semelhante, de forma a não desperdiçar tempo em setups de alteração de retificação plana para cilíndrica e vice-versa.</li> </ul>
<b>Metrologia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defeitos nas peças que não sejam detetados na gravação podem seguir para o cliente;</li> <li>Não há separação entre as peças já em espera de análise que estão previamente organizadas com as que os colaboradores acabam de entregar, podendo levar a equívocos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metrologia deveria ser sempre a última operação, o que não acontece, em que algumas peças a última operação é a gravação laser;</li> <li>Implementação duma caixa de entrada situada no exterior da metrologia, para receber as peças das operações anteriores.</li> </ul>
<b>Montagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de identificação e organização das ferramentas de trabalho;</li> <li>Não existe uma ordem definida de operações a realizar na montagem de um MA;</li> <li>Chefe de produção investe tempo à procura das peças em falta na produção para a montagem do MA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5's nas ferramentas de trabalho;</li> <li>Estandardização da operação da montagem, através de uma folha de instruções de operação;</li> <li>Possibilidade de implementar uma opção de rastreabilidade das peças no PRIMAVERA no setor da montagem, de forma a ser possível retirar a tarefa ao responsável de produção de</li> </ul>



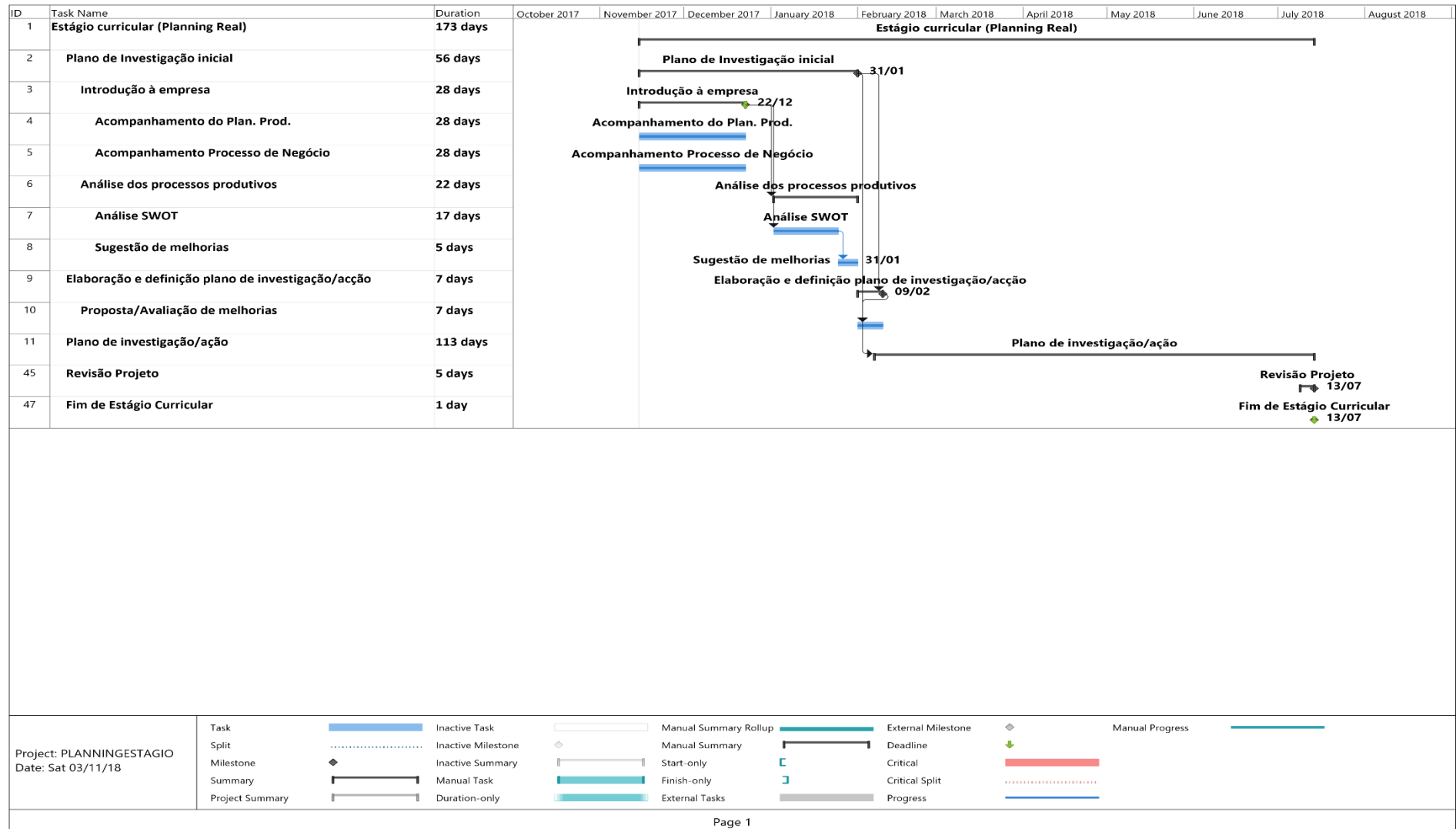
		andar à procura das peças em falta para a montagem do MA.
<b>Ensaaios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequência de passos nas operações não definidas;</li> <li>• Colaborador perde tempo a descarnar cabos elétricos para realizar amostras;</li> <li>• Desperdício de recursos no envio do manual do MA ao cliente (cd's e tempo de gravação dos mesmos);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandardização da operação de ensaios, através da criação de uma folha de instruções da operação;</li> <li>• Cabos elétricos serem descarnados em tempos menos críticos por parte dos operadores em doses necessárias, para que seja possível não perderem tempo durante a operação de ensaios;</li> <li>• Usar outros meios de envios dos manuais dos MA's ao cliente, de forma a poupar recursos. Por exemplo através de um envio de um mail a partir de um servidor seguro.</li> </ul>
<b>Expedição/Logística</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demasiados materiais existentes debaixo das bancadas de trabalho;</li> <li>• Colaboradora perde tempo na separação das peças provenientes da caixa de entrada por números de encomenda;</li> <li>• Picagem de fim de O.F. é realizado nos ensaios, não dando o lead time real dos MiniAplicadores;</li> <li>• Má ergonomia e perda de tempo no manuseamento de caixas com as respetivas encomendas em curso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprar um armário e colocar junto à zona de logística para colocação de materiais em excesso/stock;</li> <li>• Criar compartimentos nas caixas identificadas com o nº de encomenda, de forma à entrada das peças ser logo feitas diretamente às encomendas associadas, em que um comportamento fosse destinado às peças já verificadas pela área de expedição, e o outro compartimento às que não foram verificadas. No caso de serem peças de encomendas que não estejam ainda identificadas ou separadas, ter uma caixa de entrada que depois seria separada mais tarde. Isto iria reduzir o tempo de separação de peças por nº de encomendas;</li> <li>• Criar uma picagem quando as encomendas estão completas, de forma a ter a noção e registo do tempo total de produção para essa mesma encomenda;</li> <li>• Introduzir armário de plataformas deslizantes, igual ou semelhante aos da área de montagem, de forma a ser mais</li> </ul>

		ergonómico aceder às caixas com as respetivas encomendas.
<b>Chão de fabrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Má calendarização das atividades de produção;</li> <li>• Operadores perdem tempo a deslocar se entre operações para entregarem peças;</li> <li>• Falta de organização dos postos de trabalho e não standardização das operações;</li> <li>• Falta de manutenção às máquinas e forma periódica;</li> <li>• Má comunicação da identificação dos problemas no caso de peças não conformes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Uso do SRT</b> (melhor calendarização das atividades);</li> <li>• Criação de um MILK RUN;</li> <li>• Implementar 5's e Standardização;</li> <li>• Manutenção programada/ manutenção preventiva;</li> <li>• No caso de retrabalho, seria útil justificar a necessidade do retrabalho (por exemplo, origem do defeito na EE, no retrabalho ser notificado no desenho, o que ter em atenção para n acontecer novamente).</li> </ul>

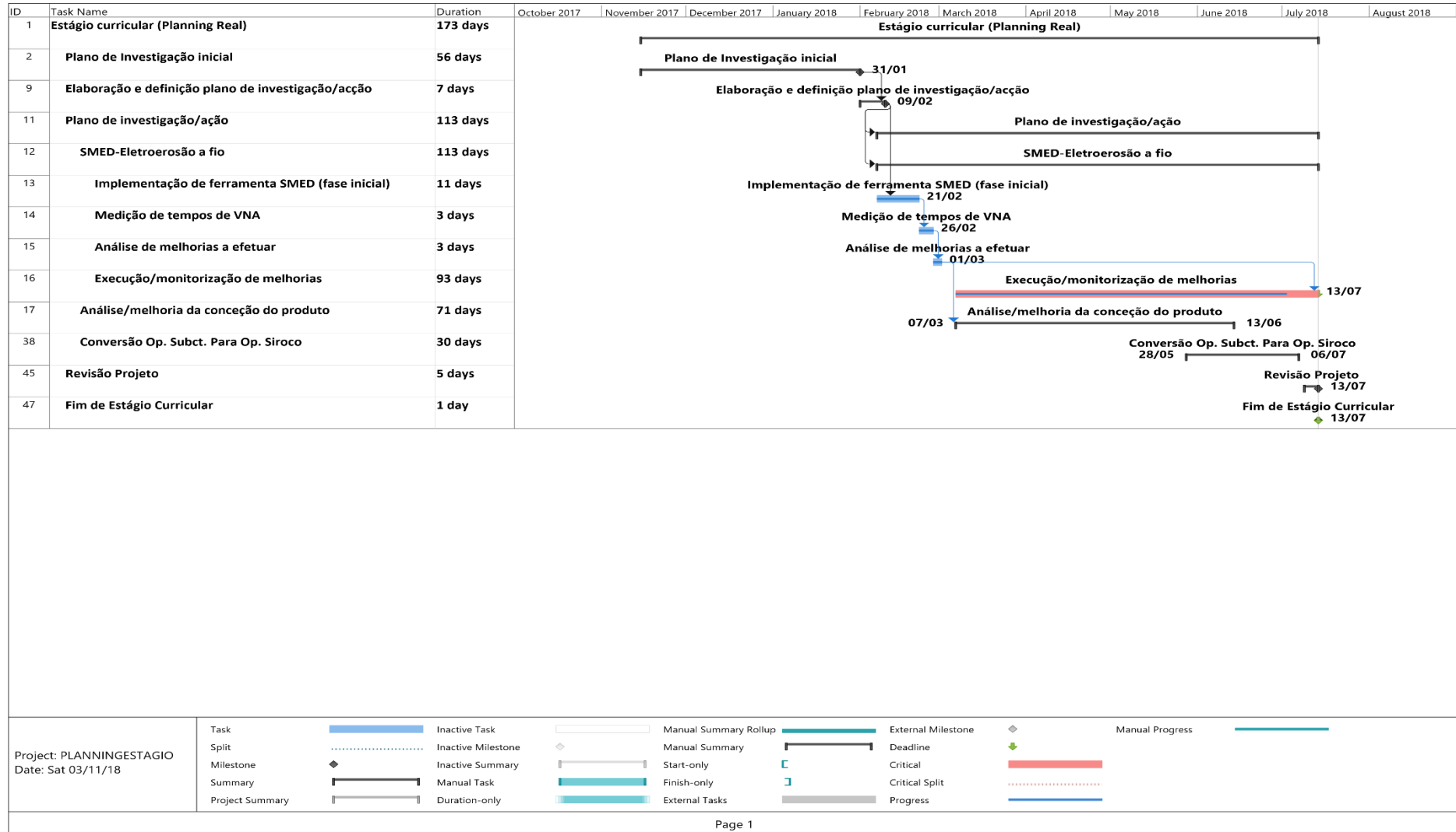
Anexo 3: *Planning* geral do Projeto: Otimização do Processo Produtivo e Logístico das Ferramentas de Cravação de Terminais para Cabelagem Elétrica



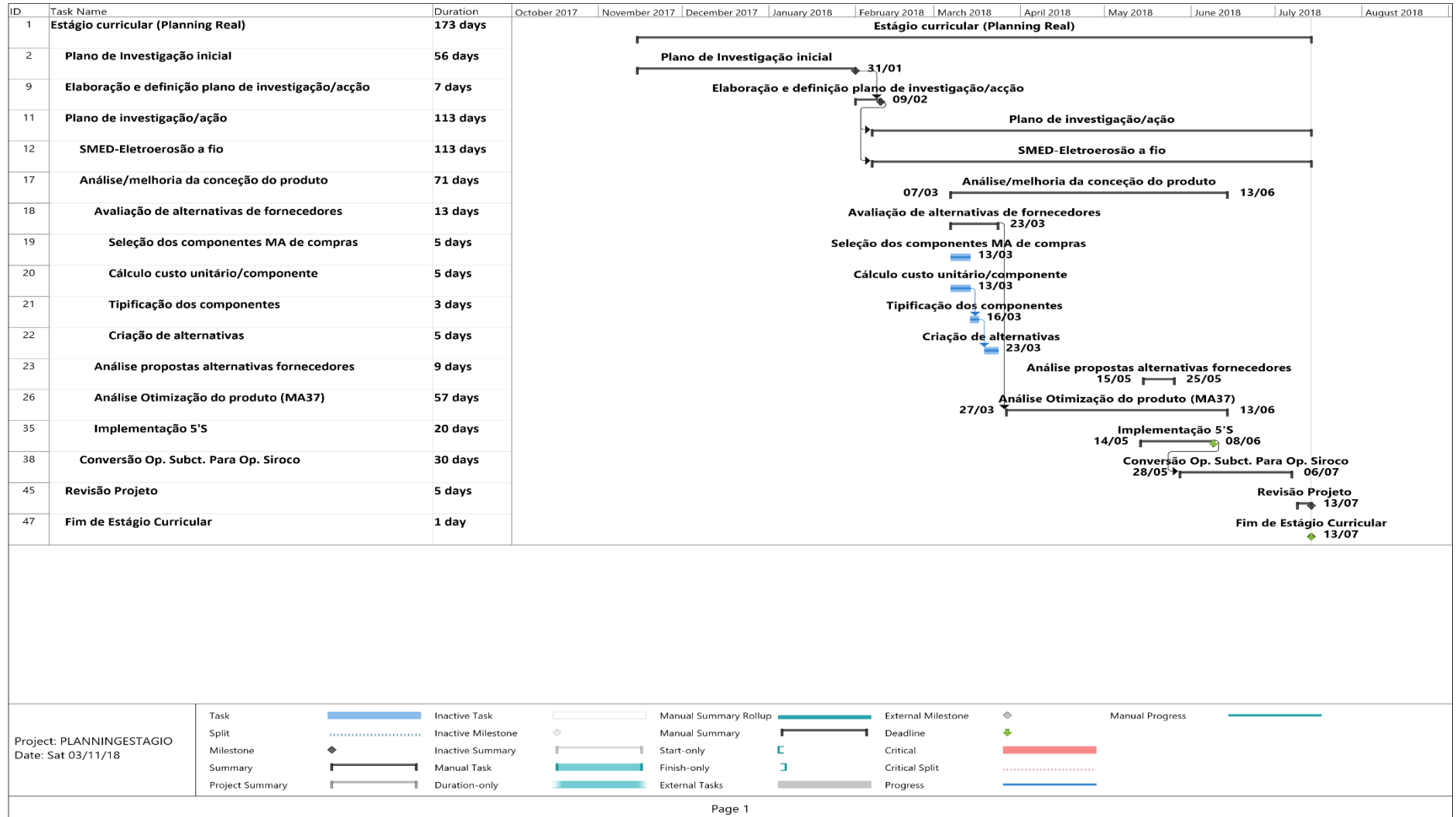
## Anexo 4: *Planning* "Fase de Investigação"



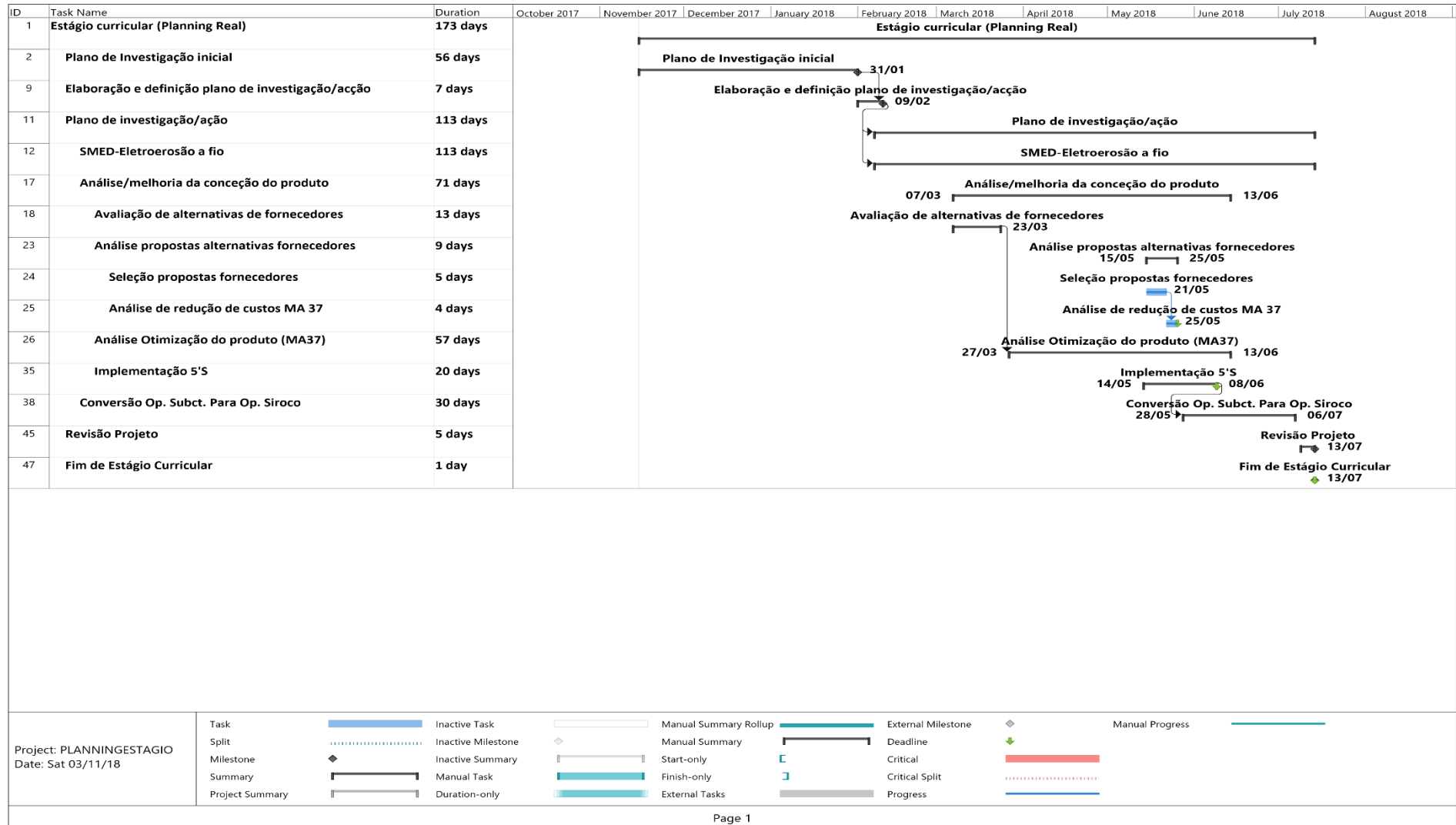
## Anexo 4: Planning “Implementação SMED”



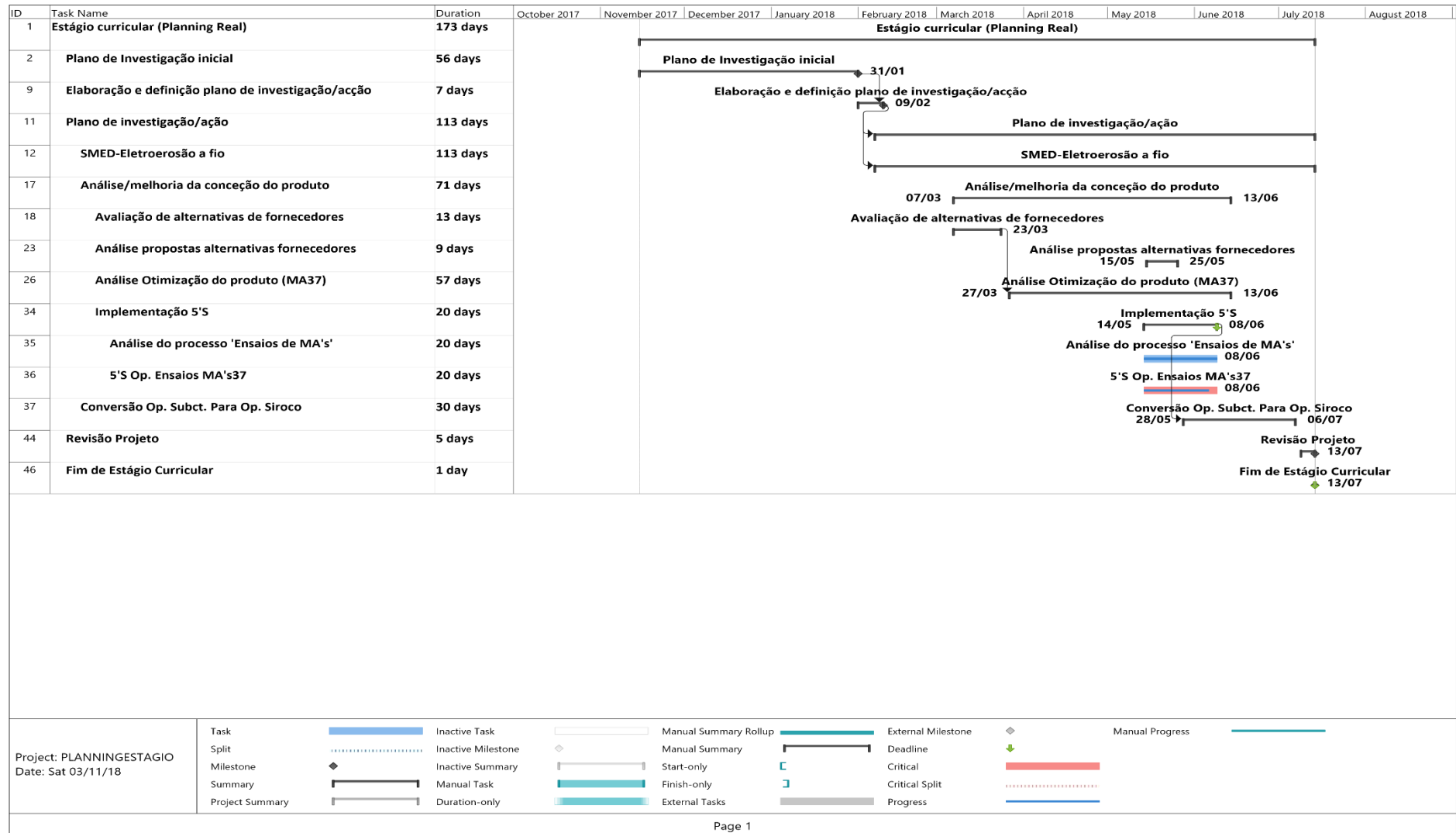
## Anexo 5: *Planning* “Alternativas de Fornecedores alternativos para componentes standards do MA 37”



## Anexo 6: Planning “Análise de fornecedores alternativos para componentes standards do MA 37”



## Anexo 7: Planning “Implementação dos 5’s na Op. ‘Ensaios de MA’s’





## Anexo 8: Planning “Conversão de Operações Produtivas Subcontratadas para Produções Produtivas Internas” e Revisão Global do Projeto

